

REMERCIEMENTS & DEDICACE

*JevoudraienpremierlieuremercierDieu,dem'avoirdonnéecourage,
lavolontéetlapatiencepourlaréalisationdecetravail.*

*J'aimerairemerciermes encadreurs Mr Dechaicha, Mr Meddour,
pourleurs aides, leurs critiques, leurs orientations, leurs disponibilités
mais surtout pour leurspatiences et leurs sérieux tout au long du
processus.*

*Également, mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui
m'ont rendu les choses faciles, alors qu'elles étaient difficiles.*

*Jedésireremercieraffectueusementmesparents,mafamilleetmesamis
pour leurappui indéfectible.*

Merci.

Table de matière :

-Introduction générale.....	7
-Problématique.....	8
-Hypothèse.....	8
-Objectifs.....	9
-Méthodologie et structure de mémoire.....	9
-CHAPITRE I: L'ENERGIE SOLAIRE : UN POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE MOINS EXPLOITÉ EN ALGÉRIE	
-Introduction.....	10
-Problématique et enjeux énergétiques.....	11
-La consommation énergétique dans le monde : Ressource, production et consommation d'énergie à l'échelle mondiale (un modèle énergétique permanent)	
I.1.1. Les énergies fossiles : la surexploitation des ressources fossiles	11
I.1.2. Réchauffement climatique et pollutions atmosphériques :.....	12
I.1.3. Pollutions atmosphériques causées du GES.....	15
I.1.4. La consommation énergétique dans l'Algérie.....	16
I.1.5. L'énergie solaire en Algérie : potentiel énergétique inépuisable.....	16
I.2. Les énergies renouvelables.....	21
I.2.1. Assurer une transition énergétique.....	22
I.2.2. Les énergies renouvelables.....	23
I.2.3. Economiser les énergies.....	23
I.2.4. Sources énergétiques renouvelables.....	23
I.3. L'énergie solaire : potentiel énergétique durable.....	24
I.3.1. Notions et concepts.....	24
I.3.2. L'énergie solaire : source d'énergie renouvelable.....	25
I.3.3. Les systèmes solaires.....	26
-Exemples.....	29

-CHAPITRE II: L'ARCHITECTURE SOLAIRE : UNE ARCHITECTURE SOUTENABLE À EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

-Introduction.....	32
II.1. L'Architecture solaire : Pour une architecture consciente à l'énergie.....	32
II.1.1. Définition de l'architecture solaire	32
II.1.2. Intégration de l'énergie solaire à l'architecture.....	33
II.1.3. Etat de lieux : Constats de l'intégration des systèmes solaires à l'architecture.....	35
II.1.4. Exemples d'architecture solaire intégrant des systèmes solaires passifs et actifs.....	37
II.2. Efficacité énergétique des bâtiments.....	38
II.2.1. Définition des concepts.....	41
II.2.2. Mesures d'efficacité énergétique.....	43
II.2.3. Programmes d'efficacité énergétique en Algérie.....	44
-Conclusion.....	45

CHAPITRE III : SIMULATION ET RECHERCHE MÉTHODOLOGIQUE

Introduction	46
III.1 La simulation numérique.....	46
III.1.1 Définition de la simulation.....	47
III.1.2 Objectifs de la simulation	47
III.1.3 Méthodes de simulation	48
III.1.3.1 Méthode de simulation thermique	48
III.1.3.2 Climat, données et analyse	48
III.1.3.3 Accès solaire, ombrages	49
III.1.3.4 Éclairage naturel / artificiel	49
III.2 Simulation thermique : chauffage / climatisation	50
III.2.1 Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS version 16.....	50
III.2.1.1 Aperçus sur le logiciel	50

III.2.1.2	Objectifs.....	50
III.2.1.3	Déroulement de la simulation.....	51
III.2.1.4	Avantages du logiciel TRNSYS	51
III.2.1.5	Inconvénients du logiciel TRNSYS.....	51

-CHAPITRE IV : PROJET D'INTERVENTION : ANALYSE, PROGRAMMATION ET INTERVENTION

-Introduction

III.1.	Analyse de terrain d'intervention.....	52
III.1.1.	Présentation du site.....	52
III.1.1.	Analyse géomorphologique.....	52
III.1.2.	Forme et morphologie.....	52
III.1.3.	Forme et la morphologie.....	53
III.2.1.	Accessibilité.....	53
III.2.2.	Flux.....	54
III.3.	Analyse topographique.....	55
III.4.	Ce que le projet va apporter à Guelma.....	56
-	Synthèse.....	57
IV.1.1.	Analyse climatique et bioclimatique.....	57
IV.1.2.	Donnée climatique.....	57
IV.1.3.	Conclusion et recommandations.....	58
IV.2.	Analyse des données météorologiques.....	58
IV.2.1.1.	Données climatiques.....	59
IV.2.1.2.	Conclusion et recommandations.....	59
IV.3.	Analyse des exemples.....	60
01-	Palais des congrès de Montréal.....	61
02-	Centre international des congrès à Alger.....	66
03-	Tableau récapitulatif	76

04- programme retenu.....	77
05- Objectif de la programmation.....	75
06- Recommandations.....	78
07- Schéma de principe.....	79
Conclusion générale.....	80

-Bibliographie :

Ouvrage :

1. ALAIN Liébard, «*traité d'architecture et urbanisme*», éd observatoire des énergies renouvelable, p878, France.
2. DAVID. Wright, «*Soleil, nature, architecture*». Ed parenthèses, P85, Paris 1979
FERNANDEZ, P., & LAVIGNE, P. «*Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes*. Paris: Moniteur,(2009).
3. G. Carsten, «*Construire une maison passive, Conception, Physique de la Construction, Détails de construction*», Rentabilité. L'inédite. 2008. 148pages.
4. MANUEL ; «Gérer les ressources terrestres. L'enjeu énergétique'. La Russie p. 114, 116 et 118.
5. PIERRE Lavigne, « *Concevoir des bâtiments bioclimatiques* », le moniteur,2009.

Thèses et mémoires :

1. BOUARABA Maissa: «*amélioration de la consommation énergétique dans le secteur résidentiel par les opérations de réhabilitation énergétique*», mémoire de magister, laboratoire ville ; urbanisme et développement durable, école polytechnique d'architecture et d'urbanisme, Alger, 2013,
2. DJABRI Rabiaa « vers une architecture solaire des résidences universitaires » mémoire de master, université 08 Mai 1945 Guelma ,.
3. BOUZERIBA (Mohamed Salah), «*Programme National de maîtrise de l'énergie*», Premier Forum Algéro-Britannique, Hôtel Hilton, 04 mars 2013,
4. Mazria, E. (1981). «*Le guide de l'énergie solaire passive*», Éditions Parenthèseséd.
5. Menai Ikram (vers une architecture solaire des établissements universitaires) mémoire de master, université 08 Mai 1945 Guelma.

Revues :

1. S. Assyl, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004,p30.
2. BENNOUNA ; D. Zejli ; R. Bencherif Les Energies Renouvelables Pour un

développement durable et globale CER 2007(CNRST).

3. F. Harouadi et All Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euromaghrébin Partie I: Phase d'étude d'opportunité et de faisabilité Revue CDER VOL 10 N 2 2007.
4. HESTNES, A. G. (1999). Building integration of solar energy systems. *Solar Energy*, 67(4-6), 181-187.
5. DEMERS, C. et POTVIN, A. (2004), Le chauffage solaire passif comme stratégie bioclimatique, Esquisses, Ordre des Architectes du Québec.
6. GROBE (Carsten) : Construire une maison passive, Conception, Physique de la Construction, Détails de construction, Rentabilité. L'inédite. 2008. 148pages.

Sites web :

1. http://www.gabrielperi.fr/assets/files/pdf/les_enjeux_energetiques.pdf, vendredi 13-11-2016 à 18 :30.
2. www.jeunes.edf.com, S'informer sur les différents types d'énergie et le développement durable, Qu'est-ce qu'une énergie renouvelable ?, /article/qu'est-ce-qu'une-energie-renouvelable, 79, 24/12/2016 à 14:56.
3. [Http://www.performance-energetique.lebatiment.fr](http://www.performance-energetique.lebatiment.fr), Mercredi 06-01 201717:27:27.
4. <http://media.xpair.com>, Mercredi 0601 201717:28:21.
5. www.aprue.org, (29 octobre 2016 à 23:12).
6. http://static0.viadeo-static.com/v_img199807/visuel/favicon.ico (29 janvier 2017 à 00:14).
7. <http://www.farnacophonie.hachett-livre.fr>
8. KEILHOLZ. Werner, *Simuler directement à partir de la CAO*, Lyon, 10 Septembre 2001 SimCad1.3, [En ligne] CSTB <http://software.cstb.fr>.
9. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf.

Introduction générale :

La production de l'énergie sous toutes formes occupe de nos jours les débats économiques et politiques ; le recours aux énergies primaires dans le domaine de l'architecture et el secteur de bâtiment a pour but de répondre au besoin de sesoccupants.

Les gouvernements de l'environnement ont encouragé et accéléré le développement d'une architecture solaire de haute qualité. Comme son nom l'indique, porte à la fois sur les qualités architecturales du bâtiment et sur l'intégration du solaire visant une haute performance énergétique.

L'intégration de l'énergie solaire dans le processus architecturale permet de produire un cadre bâti mieux adapté aux tendances écologique, qui cherchent une meilleure conciliation entre les trois composantes de l'environnement : l'homme (utilisateur ou producteur), l'environnement et le climat.

Plusieurs étude et recherche, ont souligné l'efficacité de cette source abondante en Algérie sur les plans : techniques, économiques, et esthétiques.

L'architecte, premier acteur de la ville, est appelé à être inscrit dans toute approche environnementale et toute action interviennent sur le cadre bâti en valorisant la conception solaire entant que choix énergétique écologique.

A cet effet, ce travail, est une tentative à la conception d'un palais de congrès en mettant en considération les notions de base de l'architecture solaire passive.

L'objectif étant de concevoir une nouvelle architecture qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment aux avantages multiples et d'optimiser le confort thermique, hiver comme été, et de réduire les besoins en chauffage et climatisation, mais le but essentiel est de réduire la consommation énergétique de l'électricité spécifique.

¹ Pierre Lavigne, « Concevoir des bâtiments bioclimatiques », le moniteur, 2009

- Problématique :

Le choix de mon thème de recherche est focalisé sur l'architecture solaire et l'environnement parce qu'elle vient pour mieux adapter les constructions au milieu naturel et pour exploiter rationnellement les énergies renouvelables en s'inscrivant dans une démarche de durabilité.

L'énergie solaire (passive) est une énergie abondante et non polluante qui suppose la conception de bâtiments et la mise en place des composants de construction appropriés (écoconstruction ou architecture bioclimatique) afin d'utiliser l'énergie solaire pour l'éclairage naturel, le chauffage des locaux et/ou la climatisation des locaux. En plus de réduire la consommation d'énergie, un avantage primordial que procure l'énergie solaire passive est le confort ressenti par les occupants.

Dans ce sujet, l'architecte Baruch Givonia écrit :

« La relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures »

Cet aspect a été particulièrement négligé, mais il est devenu en raison de crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture. L'Algérie est en effet l'un des plus importants gisements de l'énergie solaire au monde avec une durée d'insolation de 2.000 à 3.900 heures par an, et une irradiation journalière de 3.000 à 6.000 Wh/M², soit l'équivalent de 10 fois la consommation mondiale¹.

Tandis que notre pays s'ouvre sur l'économie du marché, un accroissement du libre-échange économique et de partenariat inter-sociétés et international nécessite des équipements qui peuvent répondre aux nouvelles exigences de relations socio-économiques.

L'absence d'infrastructures de congrès dans l'est algérien a fait que toutes les activités ont eu lieu dans des espaces non conçus pour cette activités tel que : les maisons de culture, les théâtres, les salles cinémas, les hôtels, les universités... etc.

De plus, La situation géopolitique de la ville de Guelma doit se doter d'équipements d'accueil lui permettant de jouer le rôle de carrefour dans les échanges culturels et économiques dans toute la région, et cet équipement va permettre l'organisation de différentes manifestations dans des conditions de confort nécessaires, tout en utilisant les principaux aspects de l'architecture solaire.

C'est de ce fait qu'on peut tirer une problématique : **Comment mettre en œuvre une démarche solaire dans le processus de conception architecturale des équipements évènementiels à Guelma ?**

-Hypothèse :

- Favoriser l'éclairage naturel dans la conception de notre projet en captant et en se protégeant de la chaleur et les rayons solaires, et ceci n'est faisable qu'à partir d'une étude approfondie sur les données

¹Atlas solaire Algérien: Centre de Développement des Energies Renouvelables.

météorologiques de Guelma d'une part, et d'une autre part opter pour des matériaux de constructions écologiques et des dispositifs énergétiques performants.

-Objectifs :

- La réalisation d'un équipement vivant, rentable, dynamique, attractif et écologique.
- Un palais des congrès englobera les besoins et les échanges humains non seulement au niveau de la ville de Guelma mais aussi de toute la région sur les différents plans de la vie.
- Répondre aux besoins des entreprises : offrir des espaces de location, et qui répond aux exigences de la nouvelle tendance, transparence, flexibilité, service.
- Appliquer l'architecture écologique, en l'occurrence l'architecture solaire dans notre projet
- Créer un lieu dynamique et relationnel entre Guelma et ses communes voisines, par l'implantation d'un palais des congrès ça peut être créé une Grande ville par le phénomène de conurbation.
- Création d'un élément de repère qui donnera une image complémentaire du centre et du site choisis.
- Avoir des espaces extérieurs (esplanade, jardin de promenade...)
- Refléter l'image d'une ville écologique et moderne.
- Organiser l'espace par rapport à l'environnement, d'une manière que le projet soit en harmonie avec la nature du terrain et ses contraintes.

Structure du projet :

- **Chapitre 1 :** Cadre référentiel : problème de l'environnement et de l'énergie mondiale et locale, particulièrement le secteur du bâtiment

Établir un état de savoir sur la thématique de recherche en mettant en considération le concept clé et ses différents concepts d'analyse

- **Chapitre 2 :** Etat de l'art : Faire un bilan analytique pour un palais de congrès international, afin d'améliorer l'application de l'architecture solaire

- **Chapitre 3 :** Etude de cadre juridique : Analyser les stratégies proposées dans le domaine de l'architecture bioclimatique et l'architecture solaire.

- **Chapitre 4 :** Approche programmatique, thématique (palais de congrès) et analyse de terrain avec les différents intervenants.

-Méthodologie :

Après une analyse conceptuelle développée dans la partie théorique et après un dressement de l'état de l'art, nous avons adopté une méthodologie en s'appuyant sur les outils technologiques offerts par la simulation architecturale tant qu'outil d'aide à la conception et à l'évaluation énergétique.

CHAPITRE 1 : Les enjeux environnementaux et énergétiques

Introduction

La production de l'énergie sous toutes formes occupe de nos jours les débats économiques et politiques ; le recours aux énergies primaires dans le domaine de l'architecture et el secteur de bâtiment a pour but de répondre au besoin de ses occupants, donc in nous parait important d'exhiber dans ce chapitre, les définitions des notions ayant un rapport avec l'énergie et l'architecture à savoir l'énergie fossile, énergie renouvelable, énergie solaire...

L'utilisation de l'énergie a une grande partie de responsabilité dans les problèmes environnementaux de la planète. Non seulement l'ensemble de ressources naturelles est en train de s'épuiser, mais l'exploitation et la consommation de combustibles fossiles génèrent de la pollution à plusieurs niveaux, dont la conséquence la plus grave est le changement climatique.³

En effet, la consommation énergétique repose essentiellement sur les combustibles fossiles, ils représentent un peu plus de 80% de l'énergie primaire³⁹ consommée sur la planète. Le pétrole et le gaz représentent 57 % de la fourniture d'énergie primaire et le charbon^{23%}.⁴

Le monde est entré dans une ère de transition énergétique qui impose la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation des ressources renouvelables.

I.1.1. La consommation énergétique dans le monde : Ressource, production et consommation d'énergie à l'échelle mondiale (un modèle énergétique permanent)

La consommation énergétique mondiale a augmenté de 40% entre 1990 et 2008. Cette augmentation est due à l'augmentation de la population et à la croissance économique qui transforme les modes de vie.⁵

³ Ministère de l'Écologie du Développement durable des Transports et du Logement, *Les essentiels du développement durable*, Février 2012

⁴ AIE – Agence Internationale de l'énergie. 2004. ⁵ Intelligent energyeurope, *énergie bits*

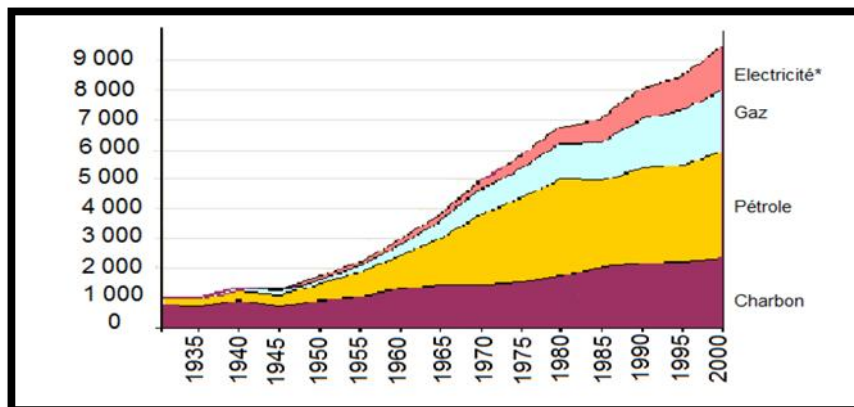


Figure 1 : Consommation mondiale d'énergie primaire.

Source : agence internationale de l'énergie (IEA)

I.1.2. Les énergies fossiles : la surexploitation des ressources fossiles

I.1.2.1. Qu'est-ce que l'énergie fossile : Sources d'énergies qui ne sont pas

renouvelables – c'est-à-dire qu'elles ne peuvent se renouveler en proportion de la consommation qui en est faite – et vont donc, tôt ou tard, s'épuiser.⁶

La consommation d'énergie non renouvelable est indispensable à l'économie. Elle varie en fonction du taux d'équipement (véhicules, chauffage/climatisation, appareils électroménagers, appareils électroniques). A l'échelle mondiale, selon L'AIE (Agence Internationale de l'Energie) **l'industrie consomme 29% des énergies primaires, le transport 27% et le résidentiel 23 %**. Ainsi plus un pays est développé plus il consomme d'énergies.

I.1.2.2. Différents types d'énergies fossiles:

	Source d'énergie	Mix énergétique mondial 2011	Principaux usages	Avantages	Inconvénients
Non renouvelables	CHARBON	29 %	Chauffage, électricité, industrie chimique	Abondant	Fortes émissions de CO2
	PETROLE	31 %	Transports, électricité, industrie pétrochimique	Usages polyvalents et bonne adaptation aux transports	Réserves limitées, fortes émissions de CO2, tensions géopolitiques
	GAZ NATUREL	21 %	Chauffage, électricité, transports	Stockage assez facile	Réserves limitées, Infrastructures coûteuses, assez fortes émissions de CO2
	NUCLEAIRE	5 %	Electricité	Pas d'émissions de CO2	Installations coûteuses et dangereuses, stockage des déchets

Tableau 1 : Les différents types d'énergie primaire.

Source : IEA

⁶ www.ewebpedagogique.com/education-developpement-durable/files/2012/05/Besoin-en-energie-et-gestion-des-ressources-version-prof-2.pdf

I.1.2.3. Conséquences majeurs des énergies fossiles:

- Réchauffement climatique à cause de l'émission des gaz à effet de serre.
- Bouleverse les grands équilibres écologiques et menace à terme la planète.⁸

I.1.3. Réchauffement climatique et pollutions atmosphériques : le stress mondial

Le réchauffement climatique : une urgence écologique

a. Définition du réchauffement climatique

Également appelé réchauffement planétaire ou réchauffement global, est un phénomène d'augmentation des températures sur la plus grande partie des océans et de l'atmosphère terrestre, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur retenue à la surface terrestre.⁹

Le réchauffement climatique apparaît comme une menace majeure pour le monde. Les activités humaines dans les villes se traduisent également par des émissions importantes de gaz à effet de serre. D'après le 4^{ème} rapport du GIEC¹⁰ (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), ces émissions seraient pour la plupart responsables de l'augmentation de la température de la planète.

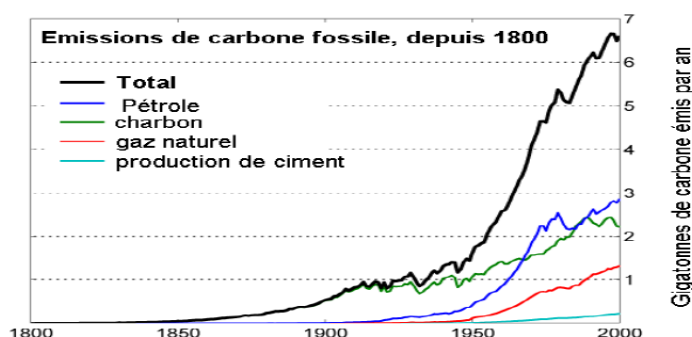


Figure 2 : Emission de carbone fossile.

Source : CDIAC 2007

⁸ Manuel ; 'Gérer les ressources terrestres. L'enjeu énergétique'. La Russie p. 114, 116 et 118

⁹ Alain Liébard, 'traité d'architecture et urbanisme', éd observatoire des énergies renouvelable, p35, France

¹⁰ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat – GIEC. En anglais IPCC – International panel on climate change. Cette organisation, créée en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, a pour mission l'évaluation scientifique des risques de changement climatique causés par l'homme. Elle a produit quatre rapports d'évaluation : en 1990, 1995, 2001 et 2007. Son cinquième rapport (AR5) apparaîtra en 2014. Source : <http://www.ipcc.ch/>

Les divergences persistantes concernent l'importance du phénomène : trois scénarios différents sont d'actualité. Ils prévoient respectivement, pour la fin du siècle, une hausse de 1,8°C (scénario B1), de 2,8°C (scénario A1 B), ou de 3,4°C (scénario A2). Si la hausse des températures est une certitude, les différentes prévisions – et l'imprévisibilité relative de cette hausse – soulèvent des questions. La façon de résoudre les problèmes énergétiques nécessite de prendre au sérieux le réchauffement climatique rapide actuellement observé.¹²

b. Conséquences du réchauffement climatique

Selon le GIEC, les conséquences, très concrètes, du réchauffement seraient multiples :

- Vagues de chaleur plus nombreuses,
- Sécheresses,
- Inondations,
- Précipitations violentes,
- Cyclones plus intenses, acidification des océans...

Certes, les impacts du réchauffement climatique ne seraient pas les mêmes suivant les régions.

Citons ici directement le dernier rapport du **GIEC**:

« Il existe des écarts considérables entre les régions, et celles dont la situation économique est la plus défavorable sont souvent les plus vulnérables aux changements climatiques et aux dommages qui s'y associent, en particulier en présence de stress multiples. On a davantage de raisons de penser que certains segments de la population deviennent plus vulnérables, notamment les pauvres et les personnes âgées, dans les pays en développement comme dans les pays développés. Par ailleurs, de plus en plus d'éléments semblent indiquer que les zones peu développées ou situées aux basses

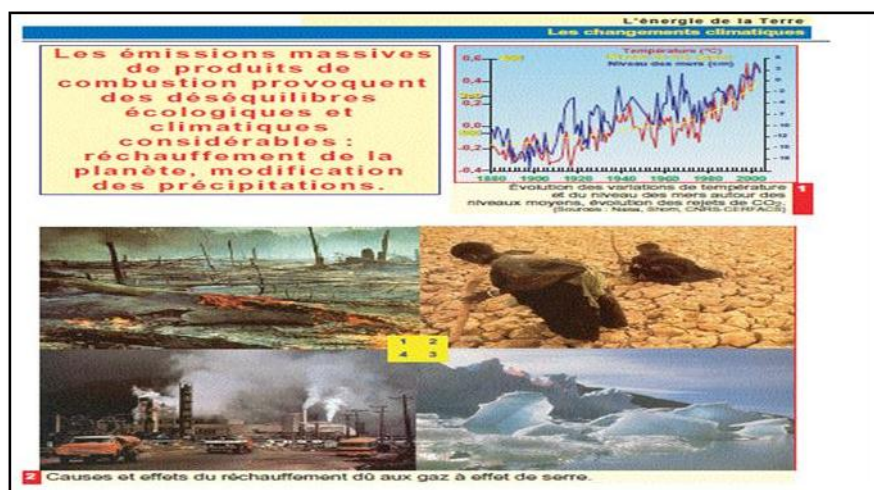


Figure 3 : Causes et effets du réchauffement dû aux gaz à effet de serre.

Source : CDIAC, 2007

c. Résultats de quelques conférences sur les changements climatiques

-Conférence de Rio : les Etats prend conscience des problèmes des émissions de CO₂ liées aux énergies fossiles.

-Protocole de Kyoto de 1997, signé par 184 Etats, visait la réduction des gaz à effet de serre.

-Du 30 novembre au 11 décembre 2015, s'ouvre une nouvelle conférence sur le climat à Paris, la COP21, qui doit aboutir à un accord pour réduire les GES pour limiter le réchauffement climatique. Afin de réduire les GES dus aux énergies fossiles les Etats doivent engager leur transition énergétique.¹⁴

I-1-3-2 Emissions des gaz à effets de serre

Les émissions de gaz à effet de serre (CO₂) : produites par oxydation du carbone dans la combustion du gaz, du charbon, du bois, et du pétrole sont liées à la consommation d'énergie.

L'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre est source d'un effet de serre additionnel qui provoque le réchauffement climatique. Principalement l'utilisation d'énergies fossiles telles que le charbon, le pétrole et le gaz naturel, qui ont provoqué l'émission de tout ce CO₂.¹⁵

¹³http://www.gabrielperi.fr/assets/files/pdf/les_enjeux_energetiques.pdf

¹⁴ GIEC (2008). Changements Climatiques 2007. Rapport de Synthèse. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf

L'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre est source d'un effet de serre additionnel qui provoque le réchauffement climatique. Principalement l'utilisation d'énergies fossiles telles que le charbon, le pétrole et le gaz naturel, qui ont provoqué l'émission de tout ce CO₂.¹⁵

d. Sources des GES

Les émissions de GES sont générées principalement par :

- les activités dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'industrie, de l'agriculture et du bâtiment, qui ont recours pour la plupart à la combustion d'hydrocarbures.
- Les émissions ont augmenté d'environ 70% entre 1970 et 2004.
- Le dioxyde de carbone (CO₂) étant la principale source, a augmenté de 80% dans la même période.
- La majeure partie de la hausse d'émissions de CO₂ provient l'approvisionnement en énergie et du transport routier.
- Les émissions de méthane (CH₄) ont augmenté d'environ 40% par rapport à 1970, dont 85% proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles.
- L'agriculture reste cependant la plus grande source d'émissions de méthane.¹⁶

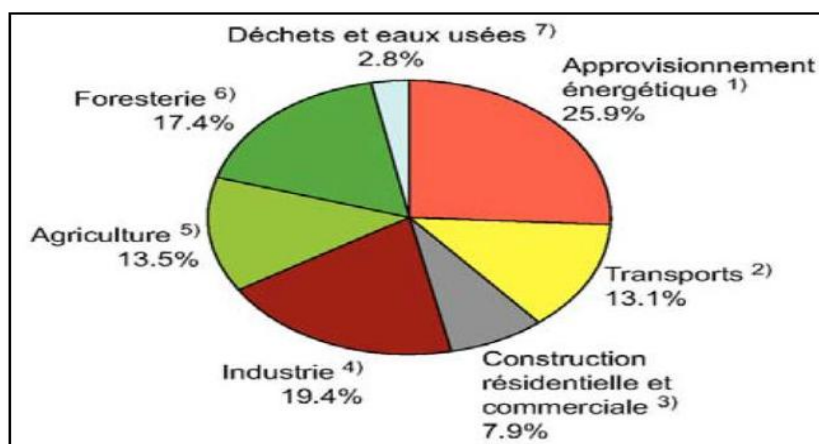


Figure 4 : Emission des GES dans le monde par secteur en 2004 ¹⁷

¹⁵ Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. <http://www.ipcc.ch/>¹⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. <http://www.ipcc.ch/>

I.1.4. **Pollutions atmosphériques causées duGES**

L'émission des gaz à effet de serre ne produit pas seulement un réchauffement climatique néfaste pour l'Homme, mais entraîne aussi une pollution locale menaçant de destruction de son habitat et dégradant sa santé : en milieu urbain, la qualité de l'air est très dégradée et affecte la santé publique : on compte 45 000 décès par an directement imputables aux particules, soit dix fois ceux liés aux accidents de la route. L'exploitation intensive des ressources fossiles carbonées, c'est aussi les pluies acides, la déforestation, l'épuisement des sols, **les pollutions atmosphériques...** Les effets locaux de la pollution qui, parce que plus visibles, peuvent déclencher une véritable prise de conscience collective de l'urgence écologique.¹⁷

I.1.5. **La consommation énergétique dans l'Algérie**

L'Algérie, riche en gaz et en pétrole ne s'est intéressée sérieusement à la rationalisation de l'utilisation de l'énergie qu'à la fin des années 80. Le gaz naturel qui constitue 60% de ses réserves en énergie fossile, alimente à hauteur de 30% de ses revenus en devises.¹⁸

En 1995, la consommation nationale d'énergie a été de 25,3 MTep avec une pénétration plus grande des produits gazeux, plus disponible dans le bilan des ressources.

Concernant la consommation finale, c'est le secteur résidentiel et tertiaire (45,7%) qui domine, suivi des secteurs de transports (27,8%) et de l'industriel BTP (26,8%). La part de la consommation finale représente près de 62% de la consommation nationale.¹⁹

Les différents types d'énergie dans le secteur résidentiel nous servent globalement à quatre différents usages :²⁰

- Le chauffage représente la plus forte consommation environ 60% de l'énergie domestique.
- L'éclairage et l'électroménager, l'audio-visuel et la climatisation représentent près de 20%;
- L'eau chaude sanitaire nécessaire représente près de 15%;
- La cuisson représente près de 5%.

¹⁷ 'Organisation mondiale de la santé (OMS), est une institution spécialisée de l'Organisation des Nations unies (ONU) pour la santé publique créée en 1948.

¹⁸S. Assyl, Revue de SONATRACH, Réseau N°3 Avril 2004, p30.

¹⁹.YACEF. A, Séminaire sur « *L'économie de l'énergie* », Alger, Avril 1997.

²⁰CHITOUR. Chams Eddine, *L'énergie- Les enjeux de l'an 2000*, Alger : Office des Publications

I.1.5.1. Consommation du gaz naturel en Algérie

Selon Chitour, la consommation intérieure du gaz naturel par habitant a démarré en 1961 au rythme de 156 millions de m³, atteindront 1,4 milliard de m³ en l'an de 2000. Le tableau 03 - donne l'évolution de la consommation du gaz de 1980 à 1999 :

	Unité	1980	1983	1985	1987	1990	1993	1995	1999
Consommation Par habitant	Milliers de tonnes	851	1020	1210	1369	1552	723	1541	1662
Nbr de villes alimentées	-	1	22	50	80	150	nd	nd	nd

Tableau 2 : Evolution de l'activité gazière en Algérie.

(Source : Ch.E. Chitour, 1994 d'après Boutarfa, DGE, 2000)

I.1.5.2. Consommation de l'électricité en Algérie

La consommation et la production de l'électricité a augmenté de 1980 à 1990 avec un rythme soutenu d'environ 41,5 % et de 61,5% de 1990 à 2000. Voir tableau -03-

	Unité	1976	1980	1985	1990	1995	1999	2000	2001	20082
populatio n	milliers	16450	18666	21863	25022	28060	29965	30416	30879	3137
consomm ation	GWh	321	5392	9408	13008	15697	19932	21144	22245	23202
Nombrea bonnées	-	1161651	1602362	2296755	3159680	3934619	nd	544000	nd	89700

Tableau 3 : Evolution de la consommation électrique en Algérie

(Source:Ch.E. Chitour, 1994, DGE, 2000)

L'Algérie, ayant ratifié toutes les conventions cadre internationales notamment celles liées à la préservation de l'environnement.

Sa position désormais claire dans le contexte de partenariat euro-méditerranéen suite à la signature de l'accord d'association avec l'Union Européen qui elle s'aligne sur une production d'énergie renouvelable à hauteur de 15%, ainsi que sa présence au sommet de Johannesburg (Rio +10) dont les résultats en matière d'énergie renouvelable soulignent l'adoption d'un pourcentage de 12%, l'Algérie se doit de proposer une production à hauteur de 10% d'ici 2012.

I.1.6. L'énergie solaire en Algérie : potentiel énergétique inépuisable

L'Algérie en particulier et les pays du Maghreb ont un potentiel solaire élevé. Les taux d'irradiation solaire effectués par satellites par l'Agence Spatiale Allemande (DLR), montrent des niveaux d'ensoleillement exceptionnels de l'ordre de 1200 kWh/m²/an dans le Nord du Grand Sahara. Suite à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit : 169.000 TWH/an pour le solaire thermique, 13,9 TWH/an pour le solaire photovoltaïque]. Cette énergie renouvelable présente à l'heure actuelle une réponse aux problèmes environnementaux et aux émissions de gaz à effet de serre qui menace la planète entière et une solution durable à la crise actuelle de l'énergie.²¹

²¹ Bulletin des énergies renouvelables N°2 Décembre 2002, p6.

I.1.6.1. Le potentielsolaire

L'Algérie possède un gisement solaire parmi les plus élevés dans le monde, la durée moyenne d'ensoleillement dans le Sahara algérien est de 3500 heures, ce potentiel peut constituer un facteur important de développement durable dans cette région, s'il est exploité de manière économique, le tableau suivant indique le taux d'ensoleillement pour chaque région de l'Algérie du pays.²³

Régions	Régionsplateaux	Haut plateaux	Sahara
superficie	4%	10%	86%
Durée moyenne d'ensoleillement (H/ an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (Kwh/m ² /an)	1700	1900	2650

Tableau 4 : Taux d'ensoleillement pour chaque région de l'Algérie du pays.

Source: Journal of Scientific Research N° 0 vol. 1 (2010)

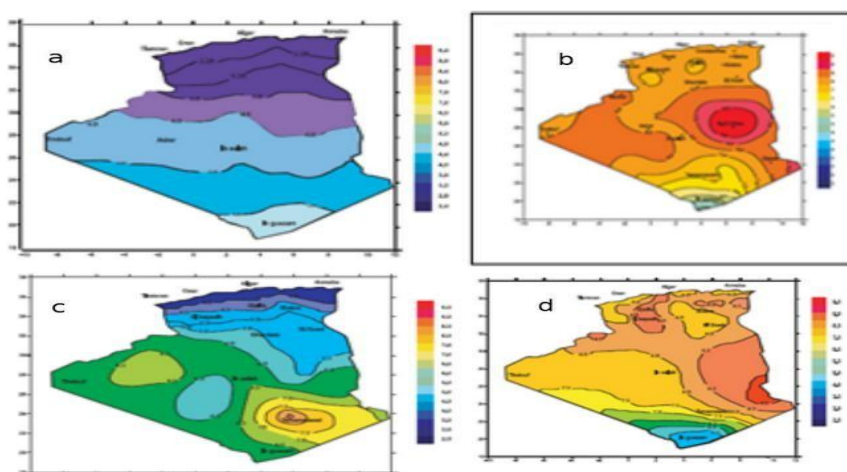


Figure 6 : Irradiation globale journalière reçue sur plan : a. Horizontal au mois de Juillet b.normal au mois de Juillet horizontal au mois de décembre normal au mois de décembre

²² A. Bennouna ; D. Zejli ; R. Benchrifia Les Energies Renouvelables Pour un développement durable et globale CER 2007 (CNRST)

²³F. Harouadi et All Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euro-maghrébin Partie I: Phase d'étude d'opportunité et de faisabilité Revue CDER VOL 10 N 2 2007

I.1.6.2. Scénario énergétique AlgérieEurope

Avec ce potentiel immense en énergie renouvelable, l'Algérie est située en position forte pour être un fournisseur d'avenir pour l'Europe en matière de sécurité énergétique [rapport de la banque mondiale] surtout avec un baril à 100 \$, l'électricité solaire devient compétitive. La demande en énergie primaire dans la zone Europe et Asie centrale devrait augmenter de 50%, d'ici 2030. Selon les projections, les besoins concernant le développement des énergies primaires en Europe, entre 2010 et 2030, devraient être de l'ordre de 1.300 milliards de dollars, afin d'assurer la disponibilité du pétrole, gaz et charbon. Le montant des investissements nécessaires, en matière d'infrastructures énergétiques européennes, au cours des 20 à 25 prochaines années, est de l'ordre de 1.500 milliards de dollars. Ceci donne près de 3.000 milliards de dollars pour la période en investissements globaux dans le secteur énergétique européen. Nous savons que l'amplitude de nos investissements dans le secteur de l'énergie est aussi très importante. D'où vient l'initiative du grand projet DESERTEC qui prévoit l'investissement dans les installations solaires pour exporter l'électricité du désert de l'Afrique de nord à l'Europe en rapport avec le modèle énergétique tracé par les pays de l'union européen.²⁴

I.2. Les énergies renouvelables

Depuis 1992 et la Conférence de Rio les Etats prennent conscience des problèmes des émissions de CO2 liées aux énergies fossiles. Le Protocole de Kyoto de 1997, signé par 184 Etats, visait la réduction des gaz à effet de serre. Du 30 novembre au 11 décembre 2015, s'ouvre une nouvelle Conférence sur le climat à Paris, la COP21, qui doit aboutir à un accord pour réduire les GES pour limiter le réchauffement climatique. Afin de réduire les GES dus aux énergies fossiles les Etats doivent engager leur transition énergétique.

I.2.1. Assurer une transition énergétique

La transition énergétique se définit comme le passage d'un modèle énergétique basé sur les énergies fossiles à un modèle qui repose sur la consommation d'ENR et le développement de sociétés moins consommatrices d'énergies. La transition énergétique peut se penser à

²⁴D.R. di Adalbéron, 'La Recherche Energétique Européenne: Pont de Coopération sur la Méditerranée', Liaison Energie Francophonie, N°71, Energie et Développement Durable en Méditerranée, pp. 71 -76, 2ème Trimestre 2006

différentes échelles. Le développement des ENR et les économies d'énergies demandent des investissements très importants dans la recherche/développement.²⁵

I.2.2. Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à long terme car elles sont issues directement de phénomènes naturels comme le rayonnement du soleil (solaire), le vent (éolien), le courant des fleuves (hydraulique) ou encore la chaleur du sol (géothermie). Le bilan carbone des énergies renouvelables est par conséquent très faibles, elles permettent de lutter contre le changement climatique et sont donc une solution viable pour une transition énergétique.²⁶

I.2.3. Economiser les énergies

Depuis l'industrialisation des XIXe-XXe siècle les sociétés se sont peu soucies d'économiser les énergies car elles apparaissaient inépuisables. Aujourd'hui économiser les énergies est un volet essentiel de toute politique énergétique durable. Ces économies peuvent être faites dans plusieurs domaines :

- Limiter le gaspillage d'énergies dans le résidentiel grâce à l'isolation des bâtiments.
- Développer des équipements moins gourmands en énergie.
- Réduire de la consommation dans les transports qui est un volet important de la transition énergétique dont le but principal est de limiter l'usage de l'automobile grâce au développement des transports en commun, des mobilités douces et de l'auto partage. La voiture électrique est également un enjeu majeur car elles polluent moins et seront indispensables lorsque les réserves de pétrole seront épuisées.
- Encourager les citoyens à prendre conscience de la valeur des énergies en limitant leur gaspillage par des pratiques simples.

²⁵ Manuel 'Gérer les ressources terrestres ' Chapitre 2. L'enjeu énergétique. La Russie p. 114, 116 et 118. PDF

²⁶ S'informer sur les différents types d'énergie et le développement durable, Qu'est-ce qu'une énergie renouvelable ?, www.jeunes.edf.com/article/qu-est-ce-qu-une-energie-renouvelable, 79, 24/12/2016 à 14 :56

I.2.4. Sources énergétiques renouvelables

Les sources renouvelables sont l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, marine et la biomasse.²⁷

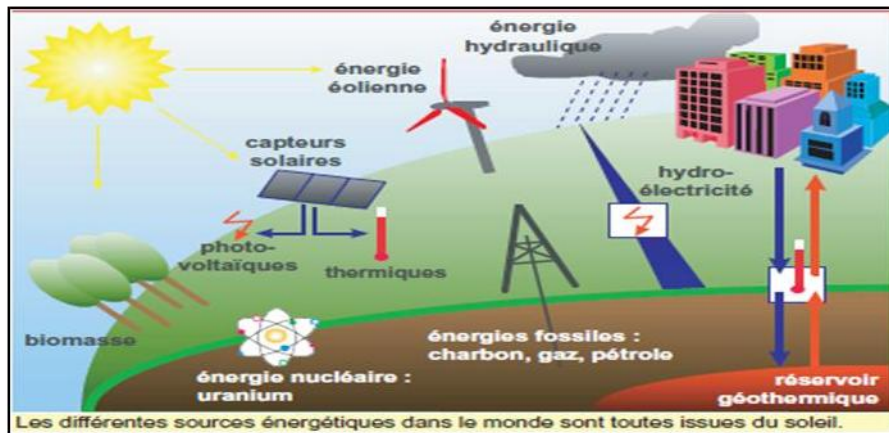


Figure 7 : Les différentes sources énergétiques dans le monde sont toutes issues du soleil

(Source : BOUCHEKIMA Bachir : Énergies Renouvelables & Efficacité Énergétique dans le cadre du– RSE développement durable en Algérie à RGA, 2013, p.3.pdf)

I.2.4.1. Energiesolaire

Ce terme désigne l'énergie fournie par les rayons du soleil.

I.2.4.2. Biomasse

Il s'agit de l'énergie contenue dans les plantes et les matières organiques.

La biomasse des plantes provient du soleil, quand la plante, grâce à la photosynthèse, absorbe l'énergie solaire.

La biomasse provient de divers secteurs et matières comme le bois, les résidus agricoles et forestiers, les déchets alimentaires et les matières organiques issues des déchets municipaux et industriels. Ces technologies changent l'énergie en formes utilisables directement (chaleur ou électricité).

I.2.4.3. Energiehydraulique

L'eau est également une source renouvelable puisqu'elle se régénère grâce au cycle d'évaporation et des précipitations.

²⁷ Intelligent energyeurope, *energy bits*

Plusieurs technologies permettent d'exploiter l'énergie produite par la chute ou le mouvement de l'eau.

Les énergies renouvelables présentent, par rapport aux énergies fossiles, deux avantages déterminants : les caractères inépuisable ou renouvelable de la ressource et pour la plupart d'entre elles, leur contribution positive à la protection de l'environnement et notamment à la lutte contre le réchauffement climatique.

I.3. L'énergie solaire : potentiel énergétique durable

L'énergie solaire disponible sur la terre constitue une ressource naturelle abondante et renouvelable. Toutefois, l'utilisation de cette énergie demeure, à ce jour, relativement peu répandue dans la pratique courante de l'architecture. Afin de contrer cette tendance, l'Agence Internationale de l'énergie (AIE) a mis sur pied la Tâche 41 "Énergie solaire et Architecture", dont le but principal est d'encourager et d'accélérer le développement d'une architecture solaire de haute qualité à l'échelle internationale.²⁸

I.3.1. Notions et concepts

I.3.1.1. Énergie solaire

L'énergie solaire est l'énergie rayonnée par le soleil. Cette énergie est à l'origine de nombreux phénomènes physiques tels que la photosynthèse, le vent ou le cycle de l'eau.

Elle vient de la fusion nucléaire se produisant au cœur du soleil. Elle circule dans l'espace sous forme d'un rayonnement électromagnétique. Ce rayonnement est composé de photons, petites particules d'énergie élémentaires.²⁹

« L'essentiel de l'activité climatique extérieure est directement ou indirectement liée aux rayons solaires : en effet toutes les énergies disponibles proviennent directement ou indirectement du soleil ».

De toutes les ressources énergétiques renouvelables, l'énergie solaire n'a pas besoin d'une technologie de pointe pour son utilisation. Elle est disponible à tous les niveaux du globe terrestre, naturellement à différentes intensités et son utilisation ne produit pas de pollution.

²⁸ Alain Liébard, *'traité d'architecture et urbanisme'*, éd observatoire des énergies renouvelable, p878, France

²⁹ D. Wright, *'Soleil, nature, architecture'*. Ed parentheses, P85, Paris 1979

I.3.1.2. Soleil

Le soleil est l'étoile du Système solaire. Dans la classification astronomique, c'est une étoile de type naine jaune, composée d'hydrogène (74 % de la masse ou 92,1 % du volume) et d'hélium (24 % de la masse ou 7,8 % du volume), une énorme boule chaude de gaz. C'est une étoile parmi des milliards dans notre galaxie (la voie lactée).

I.3.2. L'énergie solaire : source d'énergie renouvelable

L'énergie solaire est présente partout (énergie Ambiante) ; intermittente (cycle journalier et Saisonnier). Propre (sans déchets) ; et disponible (Pas de tarif, pas d'intermédiaire, pas de réseaux).

L'énergie solaire est aujourd'hui utilisée dans le cadre de l'architecture solaire passive (par des Bais vitrées, les serres, les chauffes eaux solaires...), quant au solaire photovoltaïque, il permet la Conversion du rayonnement solaire en électricité (Rendement 10 à 12%).³⁰

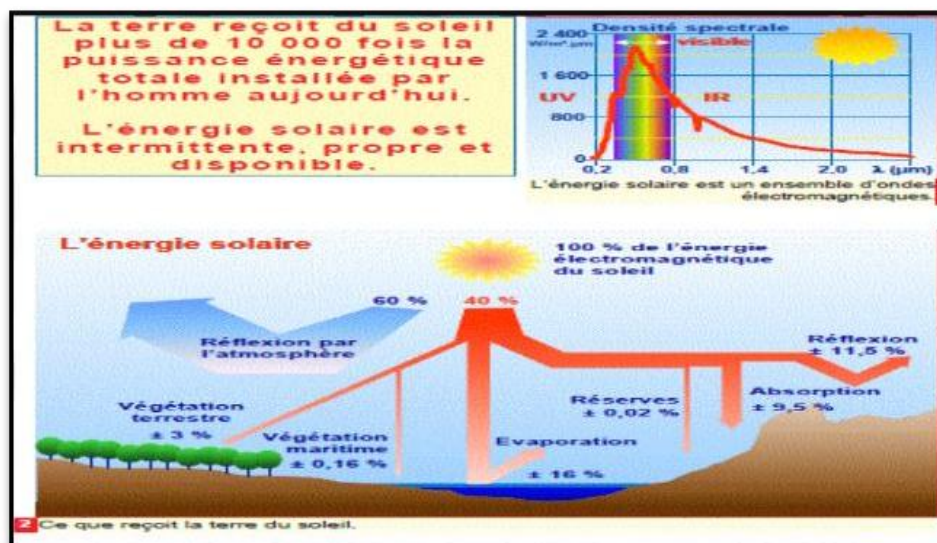


Figure 8 : L'énergie solaire : ce qui reçoit la terre du soleil

Source : Alain Liébard, 'traité d'architecture et urbanisme', éd observatoire des énergies renouvelable, p878, France

³⁰ Alain Liébard, 'traité d'architecture et urbanisme', éd observatoire des énergies renouvelable, p878, France

I.3.3. Les systèmes solaires

Plusieurs systèmes solaires peuvent être intégrés architecturalement aux bâtiments pour produire de la chaleur utile. Ces systèmes peuvent être catégorisés en deux groupes distincts, soit passifs ou actifs.

-Le solaire thermique passif ou "chauffage solaire passif" : consiste à utiliser l'énergie solaire le plus simplement possible, sans avoir recours à une mécanique particulière, pour chauffer le bâtiment par "effet de serre".

-Le solaire thermique actif : consiste à utiliser l'énergie solaire en ayant recours à des systèmes actifs (mécaniques) qui convertissent l'énergie solaire en énergie thermique pour produire de la chaleur utile.³¹

- L'énergie photovoltaïque est la production d'électricité par capture du rayonnement solaire.

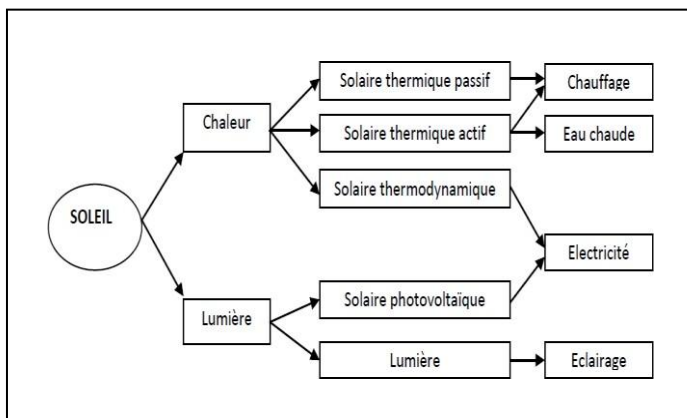


Figure 10 : Les applications de l'énergie solaire.

Source : auteur

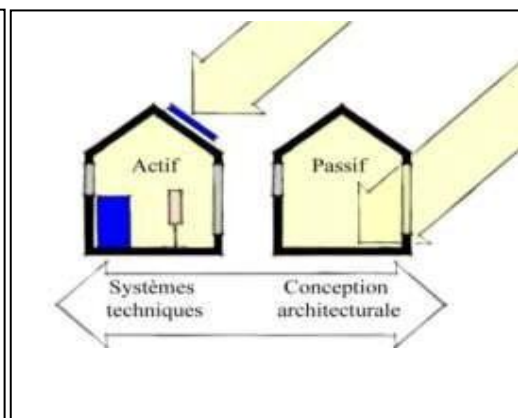


Figure 9 : Le solaire passif et actif

Source : (Reproduit et sous réserve de l'auteur : LIÉTARD et al. 1996)

I.3.3.1. Système solaire passif

Le solaire thermique passif ou chauffage solaire passif est l'utilisation des gains solaires passifs pour chauffer le bâtiment en saison froide. En plus de réduire la consommation énergétique du chauffage, les avantages du chauffage solaire passif sont nombreux. Selon Heschong (1981), il permet entre autres :

- D'améliorer la sensation de bien-être thermique;

³¹Hestnes, A. G. (1999). Building integration of solar energy systems. *Solar Energy*, 67(4-6), 181-187

- De créer un microclimat favorable;
- D'assurer une ambiance chaleureuse et confortable.

L'énergie solaire est captée et stockée dans les composants massifs internes du bâtiment (dalles, plafonds, parois intérieures). La fenêtre, grâce à ses apports de chaleur, peut réduire D'environ 10% la consommation d'énergie.

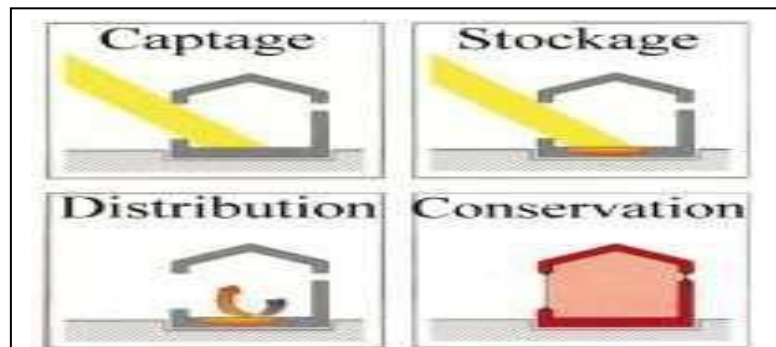


Figure 11 : Principes du chauffage solaire passif

Source : (Reproduit et sous réserve de l'auteur : Cofaighetal, 1996)

Trois façons de capter et stocker l'énergie solaire, soit directement, indirectement ou séparément (par le phénomène de thermo circulation). Le mur capteur et le mur trombe sont des exemples de dispositifs qui mettent à profit la convection naturelle pour transférer et accumuler de la chaleur à l'intérieur des bâtiments. La figure11 présente un exemple de mur trombe intégré en façade sud, participant aux fortes exigences de Haute Qualité Environnementale (HQE) auxquelles le bâtiment devait répondre. ³²



Figure 12 : Mur trombe de la bibliothèque des sciences de l'université de Versailles

Source : Emilie.B 'conception de bâtiments solaires'

³² DEMERS, C. et POTVIN, A. (2004), Le chauffage solaire passif comme stratégie bioclimatique, Esquisses, Ordre des Architectes du Québec,

Enfin, les deux composantes fondamentales du chauffage solaire passif sont les fenêtres et les matériaux de stockage.

La figure 12 expose un système de chauffage solaire passif qui utilise l'enveloppe du bâtiment pour occulter les rayons solaires d'été, laissant pénétrer les rayons d'hiver à l'intérieur du bâtiment, lequel possède des éléments massifs de béton permettant de stocker l'énergie solaire.

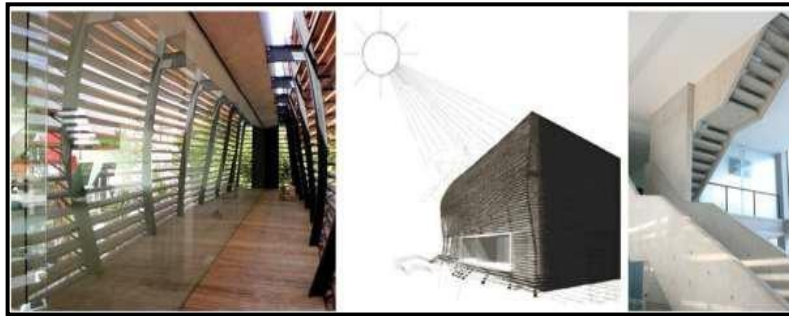


Figure 13 : Exemple de chauffage solaire passif

Source : (Triptyque Architecture)

A - Capter :

Pour capter l'énergie solaire, il existe trois grandes catégories. La première est dite d'apport direct qui correspond à du vitrage orienté correctement pour capter l'énergie solaire. La seconde est dite d'apports indirects et regroupe les murs capteurs et les toitures bassins. La dernière catégorie correspond aux apports séparés : Lesserres.

Le système solaire passif avec apports directs consiste à capter le rayonnement solaire par du vitrage et à le stocker dans des matériaux à forte inertie à l'intérieur des locaux. Ce procédé ne nécessite aucune technologie particulière, mais simplement d'orienter le vitrage pour capter le rayonnement solaire. En ce qui concerne le choix de l'inertie intérieure, les possibilités sont vastes. La chaleur peut se loger dans les dalles, les cloisons en maçonnerie lourde ou dans des systèmes plus particuliers comme les cloisons en bidons d'eau.

B-Stockier :

Dans le solaire passif, la chaleur captée pendant les journées ensoleillées doit être stockée en prévision des nuits et des jours sans soleil. Pour juger la capacité d'un bâtiment à réguler la température, on regarde son inertie. Celle-ci vise à réduire les écarts importants de température que l'on peut trouver entre le jour et la nuit.

³⁴ DILLMAN, D., (2014). « *Architecture solaire passive et réhabilitation* ». Mémoire de master. Ecole nationale supérieure d'architecture de la ville et des territoires à Marne la vallée. P10. ⁶⁸Ibid

Il y'a deux types d'inertie qui viennent stocker la chaleur des capteurs solaires. La première est dite d'absorption.

Utilisé dans les apports directs, le matériau à forte inertie a uniquement une vocation de stockage de chaleur, (les dalles, les murs de refends et les cloisons lourdes). Le second type d'inertie est dit de transmission. La chaleur doit être stockée, mais aussi propagée jusqu'à l'intérieur du logement. Les murs capteurs ainsi que les toitures bassins utilisent l'inertie de transmission.⁶⁸

C- Distribuer : La chaleur du rayonnement solaire qui est stockée par l'inertie doit être distribuée dans tout le logement. Les transferts de chaleur se basent sur la conduction, la convection et le rayonnement. C'est toujours un corps chaud qui cède de la chaleur à un corps froid. Sans l'utilisation de techniques mécaniques. Le transfert de calories dépend du différentiel de température et de la hauteur entre deux niveaux. A cause de la dilatation, l'air chaud plus léger a tendance à s'élever.

D- Conserver : La conservation de la chaleur est un paramètre autonome vis-à-vis des trois précédents. La morphologie est un levier crucial pour limiter les déperditions sur l'extérieur. La stratégie consiste à minimiser la surface de l'enveloppe tout en maximisant le volume habitable. De plus, la taille du bâtiment influence sur la compacité.

Le mur capteur et le mur trombe sont des exemples de dispositifs qui mettent à profit la convection naturelle pour transférer et accumuler de la chaleur à l'intérieur des bâtiments : L'air circule de bas en haut entre un vitrage et le mur orienté au sud. Il s'échauffe au contact du mur et pénètre dans la pièce. Le mur lui-même transmet lentement par rayonnement infrarouge une partie de la chaleur qu'il a reçue du soleil. La figure présente un exemple de mur trombe intégré en façade sud, participant aux fortes exigences de Haute Qualité Environnementale (HQE) auxquelles le bâtiment devait répondre. En exposant un système de chauffage solaire passif qui utilise l'enveloppe du bâtiment pour occulter les rayons solaires d'été, laissant pénétrer les rayons d'hiver à l'intérieur du bâtiment.



Figure: Mur trombe de la bibliothèque des sciences de l'université de Versailles.
Source : Emilie B « Conception de bâtiment solaires »

I332. Système solaireactif

Les systèmes solaires actifs captent le rayonnement solaire et le transforment pour l'utiliser, de façon propre et renouvelable à l'aide d'une installation technique. On compte deux types d'utilisation indirecte de l'énergie solaire : le solaire thermique et photovoltaïque.³³

I333. Système solairethermique

L'énergie solaire active peut donc être thermique pour chauffer l'eau chaude sanitaire (ECS), ou photovoltaïque pour assurer une production d'électricité raccordé au réseau.

Un panneau solaire thermique est un dispositif convertissant l'énergie de la lumière solaire en énergie thermique (chaleur). L'énergie thermique est ensuite absorbée par un fluide caloporteur, par exemple de l'eau ou de l'air. Le fluide circule dans un serpentin, peint en noir, éventuellement recouvert d'une surface vitrée et protégé sur les autres faces par un isolant.

³⁵**GROBE (Carsten)** : Construire une maison passive, Conception, Physique de la Construction, Détails de construction, Rentabilité. L'inédite. 2008. 148 pagee

Les panneaux thermiques à eau peuvent servir pour chauffer l'eau sanitaire ou comme chauffage d'appoint.³⁴

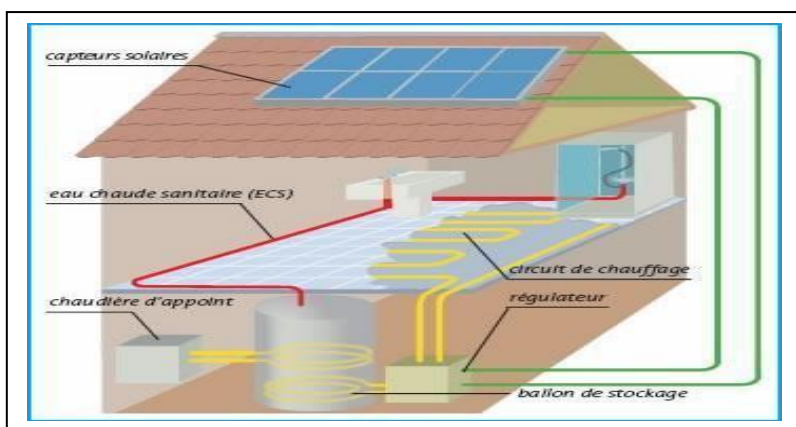


Figure 14 : Le principe de fonctionnement d'un panneau solaire thermique

(Source Une maison bioclimatique à très haut performance énergétique, janvier 2007)

Les systèmes solaires pour produire de l'eau chaude domestique peuvent quant à eux être intégrés aux bâtiments en utilisant :

- Un panneau solaire thermique vitré, composé d'un verre qui abrite un absorbeur solaire, un système hydraulique et un isolant;
- Un panneau thermique à tubes sous vide, composé de tubes de verre qui abritent un absorbeur solaire, un système hydraulique et un isolant.

La figure 14 présente un projet qui intègre avec élégance des panneaux solaires non vitrés. La figure 15 présente un projet qui intègre des panneaux solaires thermiques à tubes sous vide destinés à produire de l'eau chaude domestique.



Figure 15 : Panneaux solaires thermiques non vitrés QUICK STEP® intégrés au bâtiment



Figure 16 : Panneaux solaires thermiques à tubes sous vide

Source : Robin Sun Solar Thermal Glass intégrés au bâtiment (ROBIN SUN, 2011)

³⁶ GROBE (Carsten) : Construire une maison passive, Conception, Physique de la Construction, Détails de construction, Rentabilité. L'inédite. 2008. 148 pages

CHAPITRE II : L'ARCHITECTURE SOLAIRE : UNE ARCHITECTURE SOUTENABLE À EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Introduction :

« L'architecture peut être comprise comme une organisation matérielle qui régule et organise les flux énergétiques ; ainsi qu'à la fois et de façon indissociable, comme une organisation énergétique qui stabilise et maintient les formes matérielles. »

Luis Fernandez Galiano (1991)

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a encouragé et accéléré le développement d'une architecture solaire de haute qualité. Comme son nom l'indique, porte à la fois sur les qualités architecturales du bâtiment et sur l'intégration du solaire visant une haute performance énergétique.³⁸

Donc il nous paraît important de parler, dans ce chapitre, de L'architecture solaire et son intégration dans le projet architecturale, puis de définir la performance énergétique et l'efficacité énergétique dans les équipements de haute consommation énergétique.

II.1. L'Architecture solaire : Pour une architecture consciente à l'énergie

L'architecture solaire, climatique, bioclimatique... autant de vocabulaires différents pour une même vision, procurent chacun une partie intégrante d'une économie de l'énergie renouvelable. D'autres termes insistent plutôt sur l'utilisation de l'énergie solaire, comme la maison solaire, l'architecture solaire, l'habitat solaire, l'habitatsolarisé...

En se référant à la démarche traditionnelle, en général le principe essentiel de tous ces vocabulaires est de « bâtir avec le climat ou avec ses élément comme le soleil » dans l'optique de la conservation d'énergie.³⁹

³⁷ EIA (2011). *Annual Energy Outlook*, DOE/EIA-0383,2011

³⁹Emilie.B, 'éléments de conception architecturale', mémoire de magister de l'université de Québec, Canada 2013

II.1.1. Définition de l'architecture solaire

L'architecture solaire est une architecture qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment afin d'y accroître le confort des occupants ainsi que les performances environnementales (énergétiques, etc.), économique, social et des ambiances physiques architecturales (thermiques, visuelles, etc.)⁴⁰

La qualité d'intégration architecturale dépend, entre autres, du contrôle et de la cohérence des systèmes solaires des points de vue fonctionnels, constructif et formel (esthétique) (Munari Probst et al. 2012).

II.1.2. Intégration de l'énergie solaire à l'architecture

Effectivement, l'intégration de l'énergie solaire à l'architecture permettrait sous certaines conditions de concevoir des bâtiments mieux adaptés à leur site, en relation directe avec l'environnement extérieur, dans le respect des lois de la nature et favorisant le confort de ses occupants. Ce constat n'est pas sans rappeler que l'intégration de l'énergie solaire en architecture appartient à une tradition architecturale qui demeure " certainement vénérable " (Heschong, 1981) qui a longtemps fait partie des environnements de travail.

L'intégration de l'énergie solaire à l'architecture sous-tend des dimensions environnementales, économiques, d'autre plus proprement architecturales, relatives aux ambiances physiques.⁴¹

II.1.2.1. Dimension environnementale

L'intégration est durable, efficace et propre, puisque l'énergie solaire est utilisée directement sur place (ne nécessite aucun transport, donc aucun pétrole) et est renouvelable (Suzuki et Boyd, 2008).

II.1.2.2. Dimension économique

L'intégration peut grandement réduire le coût opérationnel (d'exploitation) et le coût capital (système de stockage, de distribution et d'entretien) relatifs aux besoins des bâtiments

⁴⁰ Fernandez, P., & Lavigne, P. *Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes*, le moniteur. Paris, 2009

⁴¹ Heschong, L. (1981). *Architecture et volupté thermique* (H. Guillaud, Trans.).

II.1.2.3 Dimension des ambiances physiques architecturales

L'intégration peut générer, entre autres, des ambiances appréciées par les usagers ainsi que des lieux riches et significatifs, pour produire des environnements globalement sains, cohérents et équilibrés.

II.1.3. Etat de lieux : Constats de l'intégration des systèmes solaires à l'architecture

Certes, le développement des systèmes solaires passifs et actifs est en constante évolution. Son intégration est liée à la conception architecturale.

Les possibilités d'intégration sont multiples, comme en fait foi la figure 20, se traduisant par : 1- une addition technique, 2- un élément à double fonction (un dispositif d'occultation de la lumière naturelle, un garde-corps, etc.), 3- une structure autoportante, 4- une surface partielle d'enveloppe, 5- une surface complète d'enveloppe (une façade, une toiture, etc.) ou 6- une géométrie optimisée pour le captage de l'énergie solaire.⁴²

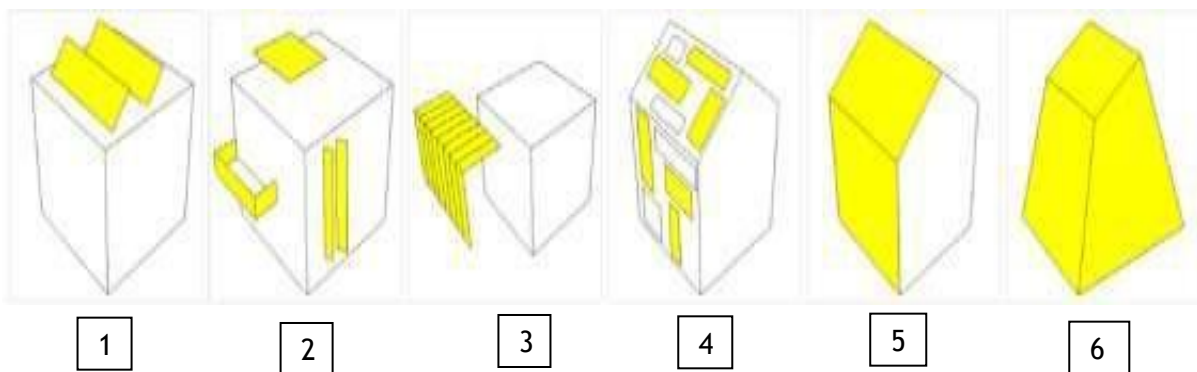


Figure 20 : Les possibilités d'intégration solaire architecturale

Source : (Munari Probst et Alain, 2012)

II.1.3.1. Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires

Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires sont qu'ils peuvent remplacer des composantes élémentaires de la construction (matériaux extérieurs et intérieurs) et qu'ils peuvent améliorer les propriétés architecturales et esthétiques, voire l'intérêt de la composition formelle, la richesse des perceptions dans l'expérience et l'occupation des lieux,

et rehausser la qualité du résultat obtenu pour l'effort investi. Suite à des recherches sur les bâtiments écologiques, Lucuik (2005) relève pour sa part les avantages suivants :⁴³

- Des couts opérationnels moindres pendant la durée de vie du bâtiment;
- Une protection contre les augmentations futures du prix de l'énergie ; des primes d'assurances réduites ; des gains de productivité;
- Une valeur plus élevée des bâtiments et des meilleurs taux d'occupation;
- Une amélioration de l'image ; diverses considérations externes comme des effets sur l'infrastructure, sur l'environnement et sur l'économielocale.
- Une reconnaissance internationale démontrant un intérêt clair et symbolique pour le développementdurable.

II.1.4. Exemples d'architecture solaire intégrant des systèmes solaires passifs et actifs⁴⁴

II.1.4.1. Habitation Imagine Rommen,Norvège

Un projet dont la volumétrie est conceptualisée afin d'intégrer un système solaire actif pour produire de l'électricité, utilisant la composition formelle pour exploiter l'énergie solaire efficacement sur une grande surface de l'enveloppe.



Figure 21 : Habitation Imagine Rommen, Norvège

Source : Emilie. B 'conception de bâtiments solaires : méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception'. Mémoire.

⁴³Mazria, E. (1981). *Le guide de l'énergie solaire passive*, Éditions Parenthèses ed

⁴⁴Emilie. B 'conception de bâtiments solaires : méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception'. Mémoire.

II.1.4.2. Laboratoire d'énergie Xelios, Italie

Un projet qui se distingue cette fois par une double peau qui intègre un système solaire actif, photovoltaïque. Le projet manifeste avec franchise et audace plusieurs principes et moyens propres à la conception solaire, tels que des systèmes d'éclairage naturel, des systèmes de production de chaleur utile et un système de production d'électricité photovoltaïque.



Figure 22 : Laboratoire d'énergie Xelios, Italie (Studio Marco Acerbis)

Source : Emilie. B 'conception de bâtiments solaires : méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception'. Mémoire.

II.1.4.3. Siège social Tobias Grau, Allemagne

Un projet à l'allure technologique qui intègre plusieurs systèmes solaires. Le système d'occultation solaire, composé de lamelles de verre incurvées, permet notamment d'éviter la surchauffe l'été, d'optimiser le chauffage solaire passif et de contrôler l'éclairage naturel. Le projet intègre également un système photovoltaïque dans le verre, qui anime et protège une grande surface vitrée contre la surchauffe d'été.



Figure 23 : Siège social Tobias Grau, Allemagne (BRT architecte)

Source : Emilie. B 'conception de bâtiments solaires : méthodes et outils des architectes dans les phases initiales de conception'. Mémoire.

II.2. Efficacité énergétique des bâtiments

La hausse conséquente du prix de l'énergie de ces dernières années, l'épuisement des ressources énergétiques fossiles, les contraintes réglementaires imposent à présent une démarche de gestion et d'optimisation de l'énergie: l'efficacité énergétique.

II.2.1. Définition des concepts⁴⁵

II.2.1.1. Efficacité énergétique

L'efficacité énergétique est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes). Elle s'applique à un équipement énergétique particulier, par exemple une chaudière ou une pompe à chaleur. Elle relève des qualités intrinsèques de cet équipement.

Efficacités énergétique active et passive :

-L'efficacité énergétique passive se rapporte à l'isolation, la ventilation et aux équipements de chauffage.

-L'efficacité énergétique active touche à la régulation, la gestion de l'énergie, la domotique et la Gestion Technique du Bâtiment (GTB).

II.2.1.2. Performance énergétique

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de votre habitat.

II.2.1.3. Pas de performance énergétique sans efficacité énergétique

La notion de performance énergétique vise le confort thermique avec une exploitation annuelle optimisée des énergies consommées. L'intégration des énergies renouvelables, le solaire thermique et photovoltaïque, la pompe à chaleur, le puits canadien, octroie une performance énergétique meilleure, tout comme les générateurs et chaudières à haut

⁴⁵[Http://www.performance-energetique.lebatiment.fr](http://www.performance-energetique.lebatiment.fr), Mercredi 06-01 2017 17:27:27

rendement et les émetteurs de chauffage basse température comme le plancher chauffant, ainsi que les dispositifs de régulation et programmation.⁴⁶

II.2.2. Mesures d'efficacité énergétique:

Nous avons choisis d'organiser les techniques d'efficacité énergétique en trois catégories distinctes, qui ont trait à leurs rapports à l'énergie utilisée.⁴⁷

-Les mesures d'efficacité énergétique passives : elles concernent le bâti, c'est-à-dire l'enveloppe du bâtiment. Elles évitent les déperditions en renforçant la performance technique du bâtiment (isolation, parois vitrées...).

-Les solutions d'efficacité énergétique actives : elles agissent sur l'exploitation et l'optimisation des flux énergétiques via l'utilisation d'appareils performants et de systèmes intelligents de mesure, de contrôle et de régulation. C'est par exemple le cas des variateurs de vitesse.

-La sensibilisation des utilisateurs à leur empreinte environnementale : elle entraîne une baisse immédiate des consommations. De ce point de vue, l'information et la formation de chacun d'entre nous aux gestes éco responsables est indispensable.



Figure 24 : Les mesures d'efficacité énergétiques passives

Source : auteur

⁴⁶<http://media.xpair.com>, Mercredi 0601 2017 17:28:21

⁴⁷ BOURSAS (Abderrahmane), étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation, mémoire de magister, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Constantine 1, Constantine, 2013, p.70

- **La forme du bâtiment⁴⁸**

Un bâtiment compact est un bâtiment qui a un rapport faible entre la surface des parois extérieures et la surface habitable.

La compacité consiste à minimiser la surface des parois déprédatives et ceci à volume chauffé constant réduisant ainsi les déperditions thermiques par transmission et par renouvellement d'air.

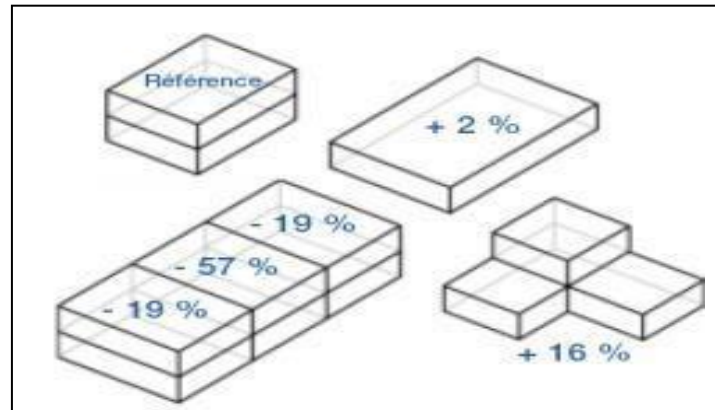


Figure 25 : Déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements de 96 m²

Source : (Extrait du guide « Réussir un projet de bâtiment à basse consommation »)

- **Orientation**

Le soleil est souvent recherché l'hiver alors qu'on essaye de s'en protéger l'été ; les figures ci-contre (figure) montrent la course du soleil suivant la saison :

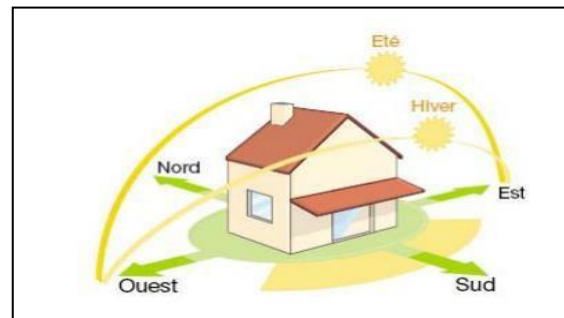


Figure 26 : la course du soleil suivant la saison

(Source : Extrait du guide « Réussir un projet de bâtiment à basse consommation »)

En hiver, la course du soleil est limitée et seules les façades orientées au Sud apportent un complément solaire significatif par rapport aux besoins de chauffage.

⁴⁸ Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, *guide concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment*, France

L'été, la course du soleil est beaucoup plus longue et plus haute. Les façades Est et Ouest font l'objet de surchauffe et devront être équipées de dispositifs de protection.

- **Organisation des espaces intérieurs**

Quelques règles de bon sens permettent de limiter les consommations d'énergie sans surinvestissement :

- privilégier l'orientation sud pour les pièces de jour;
- Privilégier des matériaux à forte inertie pour les parois intérieures qui réceptionnent le rayonnement solaire d'hiver;
- Disposer au nord les pièces pas ou peu chauffées (garage, cellier, ...);
- Regrouper les pièces de nuit (qui sont moins chauffées en général);
- Regrouper les points de puisage d'eau chaude sanitaire et les rapprocher de la production.⁴⁹

- **Solaire passif**

Le solaire passif fait appel à trois principes : le captage, le stockage et la distribution de l'énergie du soleil.

Les systèmes de chauffage solaire passifs se rangent en deux grandes catégories : à gains directs et à gains indirects :

Le système passif à gain directe tire parti directement de l'énergie solaire, sans l'intervention d'appareils mécaniques.

Le système passif à gains indirects séparé des locaux chauffés est un système isolé.⁵⁰

- **Surfaces vitrées**

⁴⁹Effinergie, *Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation*, 2008, p.14, PDF

⁵⁰BOURSAS (Abderrahmane), *étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation*, mémoire de magister, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Constantine 1, Constantine, 2013, p.73

Autrefois, la taille des fenêtres était limitée pour éviter les déperditions excessives en hiver.

Les caractéristiques nécessaires d'une fenêtre :

- Éclairage et occultation,
- Vue dehors (ouverture visuelle),
- Pénétration du soleil et protection solaire (gainsolaire),
- Étanchéité et ventilation,

- **Protection solaire**

Le choix d'une protection solaire doit se faire en fonction de l'orientation de la fenêtre. Si possible, elle maintiendra la possibilité de bénéficier d'une lumière naturelle suffisante

- Les protections mobiles;
- Les protections permanentes ;
- Protection végétal ;
- Protection végétale des murs.

- **Isolation**

- Système d'isolation rapportée par l'intérieur:

L'isolation rapportée par l'intérieur permet de traiter aisément les jonctions avec les menuiseries, portes, balcons, ...

- Système d'isolation rapportée par l'extérieur

L'isolation thermique par l'extérieur permet de supprimer les ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires et des refends.

- Les éléments d'isolation:

- **Isolation des ponts thermiques**

Ces ponts thermiques doivent être limités en conception, en s'attachant à avoir une «frontière» d'isolant autour du bâtiment

- Isolation de la toiture : Il est nécessaire de définir une épaisseur d'isolation importante, ce qui aura pour effet de diminuer fortement les déperditions thermiques en hiver et d'apporter un meilleur confort thermique d'été

- Planchers bas : L'isolant est mis en œuvre soit sous dalle flottante,



Figure 27 : Les systèmes d'isolation

(Source : Effinergie 2008)

- **Étanchéité à l'air**

Assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air dans un bâtiment consiste à maîtriser les flux d'air qui circulent à travers les orifices volontaires (bouches de ventilation et entrées d'air) et à limiter les flux incontrôlés pouvant causer inconfort, et gaspillages d'énergie.

- **Ventilation**

Une meilleure isolation thermique, une meilleure étanchéité à l'air, une utilisation généralisée du chauffage, l'emploi du vitrage performant, réalisés sans une ventilation adéquate,

Les types de ventilation naturelle :

- Ventilation d'un seul côté : monoexposé
- Ventilation mono-exposée ouverte double.
- Ventilation transversale : Intégrer des dispositifs facilitant le passage de l'air, tels que des grilles de transfert
- Ventilation parcheminées

- Ventilation par atrium

L'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté⁵¹

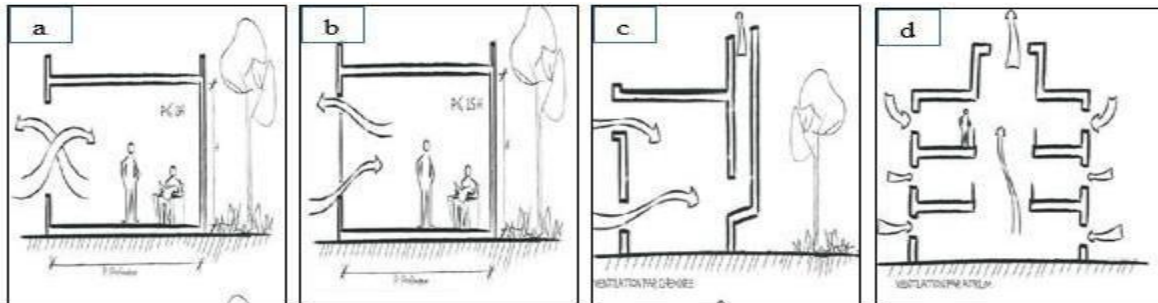


Figure 28 : Les types de ventilation naturelle

(Source : mémoire étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation)

II.2.2.1. Les d'efficacité énergétiqueactives

L'efficacité énergétique active peut être mise en œuvre soit dans le cadre d'une approche globale, soit par application. Optimisées individuellement ou de manière combinée, les actions suivantes permettent de réaliser des économies d'énergie significatives:

e. Mesure des consommations

- La mesure électrique
- La mesure du gaz naturel

f. Systèmes de régulation et d'automatisme

Pour les équipements de chauffage, de ventilation ou d'éclairage qui permettent d'adapter la consommation aux conditions extérieures et en fonction de la présence de personnes.

g. Gestion de la protection solaire

Des installations de protection solaire, de préférence variables, motorisées et automatisées, rendent dynamique le rayonnement solaire à travers les vitrages et régularisent le climat intérieur en fonction du climat extérieur.

⁵¹ Effinergie, *Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation*, 2008, p.16-17, PDF

h. Production d'énergiesolaire

- Énergies solairesthermiques
- Énergies solairesphotovoltaïques

i. Systèmes et équipementsperformants

- Système de ventilationdouble-flux
- Pompes à chaleur (PAC) : Le principe de fonctionnement d'une PAC est identique à celui d'unréfrigérateur.
- Chaudière gaz à condensation : Dans les chaudières à condensation, la chaleur résiduelle contenue dans les gaz d'échappement est récupérée sous forme de vapeur d'eau par voie decondensation.⁵²

j. Comportement desconsommateurs

- La performance deséquipements
- .Voici à titre indicatif une série de mesures et prérogatives à suivre pour réduire sa consommation électrodomestique, quatre types d'actions sont possibles :
- Choisir impérativement un appareil trèsperformant
 - Étudier le dimensionnement desappareils.
 - Supprimer toutes les veilles possibles dans lelogement
 - Préférer les appareils séparés au lieu d'appareils combinés
 - S'arranger en cuisine pour rendre impossible la juxtaposition des appareils de production de froid et de cuisson (plaques, cuisinière oufour).
- Système dechauffage
 - Surveiller lesradiateurs
 - Entretienir lachaudière

⁵²Effinergie, *Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation*, 2008, p.21, PDF

- Améliorer les radiateurs existants
- Faire sécher le linge à l'air libre.

Le sèche-linge peut être un gros consommateur d'énergie. Profitez de l'air libre ou d'un local bien ventilé pour faire sécher votre linge

- L'éclairage
 - Profiter de la lumière naturelle.
 - Éclairer efficacement : Les lampes « basse consommation »
- Contrôle protection solaire et gestion des volets

Pour des locaux occupés en permanence, une régulation manuelle sera efficace si l'occupant est conscient de la nécessité de se protéger du soleil dès qu'il apparaît.

La gestion des volets en hiver. L'ouverture des volets pendant la journée permet de profiter des apports solaires, leur fermeture la nuit permet de réduire les consommations de chauffage.⁵³

III. CHAPITRE 03 : SIMULATION ET ETUDE METODOLOGIQUE

Introduction :

Il existe un nombre important de logiciels dédiés à la simulation énergétique. Les logiciels existants diffèrent entre eux par les algorithmes qu'ils utilisent, par leur interface utilisateur et finalement par leurs vocations et leurs domaines d'application.

Ce chapitre consiste à évaluer le bilan énergétique d'un bâtiment existant, en utilisant une méthode numérique, soit le logiciel TRNSYS, et déterminer ainsi les besoins en énergie pour le chauffage voire la climatisation.

I.1 La simulation numérique:

I.1.1 Définition de la simulation

Définition selon *Dictionnaire Universel Francophone Hachette*

- Reproduction expérimentale des conditions réelles dans lesquelles devra se produire une opération complexe.
- Modèle de simulation ou, par abrég., simulation : représentation mathématique d'un certain nombre d'éléments pouvant intervenir sur un système, afin d'étudier les conséquences de la variation de certains de ces éléments.

La simulation est un moyen efficace pour mettre au point et étudier le comportement thermique des bâtiments en régime variable. Mais il est nécessaire de savoir ce que l'on cherche pour utiliser l'outil de façon optimale.

I.1.2 Objectifs de la simulation:

- Un ensemble de simulations peuvent être réalisées pour obtenir des résultats des indicateurs de performance. Une fois ces résultats obtenus, nous cherchons à les analyser et ensuite les présenter sous forme de graphes qui permettent de décrire le comportement du bloc en fonction de quelques paramètres de la conception du bloc.
- Les graphes sont des fonctions qui relient une caractéristique de la conception du bloc à sa réponse comportementale comme la consommation d'énergie ou le confort thermique...etc.
- Dans cette étude, l'objectif final des simulations est, donc, l'obtention des résultats des indicateurs de performance du bloc à travers les graphes qui décrivent les comportements.
- Pour cela, nous devons réaliser les simulations de telle façon que les résultats puissent être utiles pour cette fin. L'approche possible pour atteindre ces objectifs est de faire les simulations grâce à une étude paramétrique sur le modèle virtuel du bloc représentatif de la typologie choisie.

I.1.3 Méthodes desimulation

I.1.3.1 Méthode de simulation thermique:

Lors de la conception des bâtiments, le confort hygrothermique, visuel, acoustique, olfactif, psychologique... sont des données essentielles qui seront tenir compte des exigences liées aux conditions climatiques de fonctionnement de certains équipements et appareillages de production (ordinateurs, machines...). Logiciels : **PEM -confort**

I.1.3.2 Climat, données etanalyse

Des données climatiques sont nécessaires pour la plupart des calculs en physique du bâtiment. Dans certains cas, comme le calcul du bilan énergétique, on se contentera de données mensuelles (moyennes mensuelles). Lors de simulations dynamiques, il faudra faire recours à des données horaires. Logiciels : **METEONORM**

I.1.3.3 Accès solaire,ombrages

De tous temps et dans toutes les civilisations les accès solaires ont joué un rôle important. La connaissance des phénomènes d'ombrage permet une meilleure maîtrise du fonctionnement passif des bâtiments et de leur interaction avec le milieu environnant.

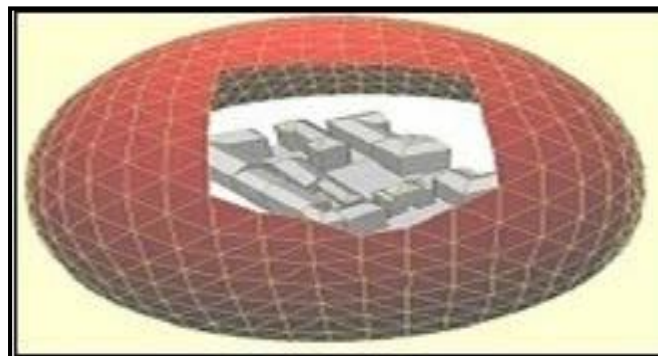


Figure 53 : logiciel de calcul d'ombrage

Source : <http://www.cerma.archi.fr>

I.1.3.4 Eclairage naturel /artificiel

Une attention toute particulière revient aux outils de simulation en éclairagisme.

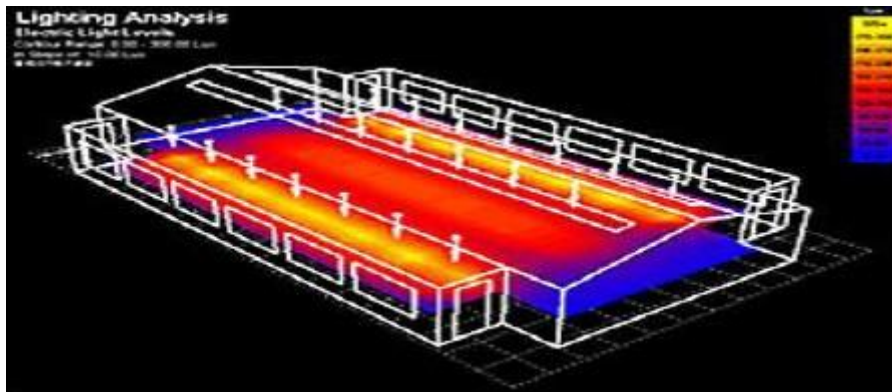


Figure 54: Logiciel ECOTECT de simulation d'éclairage naturel.

(Source <http://www.squ1.com>)

I.2 Simulation thermique : chauffage /climatisation

A. Chatelet et al affirment que « pour l'architecte, la simulation doit permettre de valider rapidement des options fondamentales, d'explorer et de commencer à optimiser certains choix...pour un meilleur confort et des charges de fonctionnement moindre ».

Pour évaluer notre bâtiment, on a utilisé le logiciel TRNSYS qui permet de tester selon le mode conventionnel le comportement énergétique global du bâti et de son environnement. Ceci afin de valider les résultats des mesures de consommation énergétique et de tester des variantes pour intégrer l'architecture solaire (panneaux solaires) dans notre projet proposé.

I.2.1 Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS version 16:

I.2.1.1 Aperçus sur le logiciel:

TRNSYS (TRANSIENT SYSTEM SIMULATION PROGRAM : programme de simulation de systèmes transitoires), est un logiciel développé par le laboratoire « solarenergy » de l'université de WISCONSIN Madison. C'est un outil de simulation en régime dynamique multi zones, structuré de manière modulaire, ce qui assure au programme une grande flexibilité et facilité par l'insertion des sous-programmes. La version 16 est développée en fortran.

Ce logiciel informatique, se caractérise par ses trois fonctions qui se résument comme suit :

- **Les entrées (inputs):**Elles concernent toutes les informations à introduire et à stocker selon l'ergonomie du logiciel dans des bibliothèques que le concepteur peut utiliser. Ces entrées englobent l'environnement physique (climat, site), le bâtiment

(l'enveloppe), les apports internes (occupants...) et les équipements « ventilation, chauffage, climatisation...)

- **Le traitement des données :** se fait en fonction d'un modèle de représentation du bâtiment et la demande de l'utilisateur.
- **Les sorties (outputs):** sont les ensembles des résultats qui peuvent être fournis par le logiciel à l'issue d'une exécution.

Bien que l'application initiale de TRNSYS fût orientée vers les systèmes énergétiques solaires, le logiciel intègre aujourd'hui des types liés aux autres énergies renouvelables et aux calculs énergétiques des bâtiments.

TRNSYS utilise un grand nombre de modules représentant les composants de systèmes courants mais également de sous programmes et de gestion de base de données thermiques. Ce logiciel multi zones permet de valider plusieurs options architecturales.

Les types (model) les plus utilisés pour la simulation dans le bâtiment sont :

- Type 9 : Lecteur de données standard.
- Type 54 : Générateur des données météorologiques.
- Type 33 : Lecture à partir du diagramme psychrométrique.
- Type 16 : Processeur ou générateur d'ensoleillement.
- Type 56 : Bâtiment multi zones (simuler le comportement thermique du bâtiment).
- Type 34 : Introduction et simulation des caractéristiques de la fenêtre; dimensions, type de protections, position de la protection avec détail.
- Type 25 : Impression des données.
- Type 65 : Affichage des résultats.

Les phénomènes que le model de simulation thermique doit prendre en compte :

- Le transfert de chaleur par conduction à travers l'enveloppe et les effets de stockages calorifiques dans la masse du bâtiment.
- Les gains dus aux occupants, aux appareils, à la lumière électrique.
- L'ombrage des parois opaques et transparentes.
- Les effets des radiations solaires de courte longueur d'onde et les radiations reçues par les surfaces exposées et internes.
- Les radiations de longueur d'ondes échangées entre les surfaces externes, la voûte céleste et l'environnement.
- Les effets de l'humidité.

I.2.1.2 Objectifs

- Minimiser les besoins énergétiques prévisionnels des bâtiments, sur la base des simulations thermiques dynamiques, tout en maintenant un bon confort des occupants.
- Valider le concept énergétique et orienter vers une architecture bioclimatique des bâtiments.
- Limiter ou annuler totalement les besoins en rafraîchissement des locaux.
- Recourir à l'utilisation d'énergies renouvelables, pour assurer une partie ou la totalité de ces besoins énergétiques.
- Expérimenter par simulation des procédés alternatifs aux technologies énergivores.

Il s'agit de mettre en œuvre des outils de calcul de conception permettant de simuler d'une façon réaliste le comportement des bâtiments et des systèmes (typiquement il s'agit d'un calcul dynamique heure par heure sur toute l'année).

I.2.1.3 Déroulement de la simulation:

A partir des données architecturales et des propriétés thermo physiques du matériau, une analyse du comportement thermique des échantillons est effectuée à l'aide du logiciel « TRNSYS V 16 » Le déroulement de la simulation a pris comme cheminement :

1. La première étape : concerne l'introduction des données climatiques de la région de Guelma (36° 17') ; les valeurs horaires des températures et des humidités relatives pour la période d'été.

2. La deuxième étape : concerne la description détaillée du bâtiment et les scénarios de la pratique de l'espace dans les fichiers TRNWIN et BID.

3. La dernière étape : concerne la lecture des résultats de la simulation par le biais du logiciel Excel.

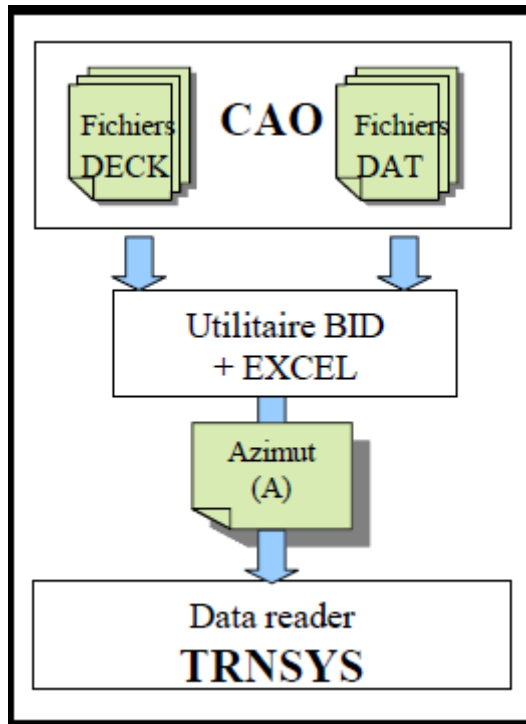


Figure 55: Schéma de déroulement de la simulation.

I.2.1.4 Avantages du logiciel TRNSYS :

- Grâce à son approche modulaire, TRNSYS est extrêmement flexible pour modéliser un ensemble de systèmes thermiques à différents niveaux de complexité.
- L'accès au code source permet aux utilisateurs de modifier ou d'ajouter des composants qui ne figurent pas dans la bibliothèque d'origine.
- Documentation vaste de sous programmes y compris explication, usages usuels et équations de base.
- Définition très souple de la période de simulation : choix de pas de temps, du début et de la fin de la simulation.

I.2.1.5 Inconvénients du logiciel TRNSYS:

TRNSYS ne dispose pas de valeur ou de système par défaut, l'utilisateur doit donc posséder des données définissant le bâtiment et le système.

CHAPITRE III : PROJET D'INTERVENTION : ANALYSE, PROGRAMMATION ET INTERVENTION

Introduction

Dans ce chapitre on va faire une analyse sur un terrain d'intervention pour avoir leurs contraintes et leur potentialité afin de bien avoir intégrer le projet proposé (palais de congrès)

Aussi, une analyse sur des exemples existants et livresques pour tirer des principes (constructifs ou écologique), et tirer les programmes surfaciques étudiés.

III.1. Analyse de terrain d'intervention

Choix du site d'implantation : notre choix a été fait suivant ces critères :

-L'absence d'un palais de congrès à l'échelle wilayale et régionale.

-L'accessibilité et le flux mécanique que propose le terrain, tandis que ce dernier est situé à l'entrée de la ville de Guelma, ce qui va nous permettre de concevoir un projet dans la vitrine de la ville.

III.1.1. Présentation du site

Notre site est se trouve au niveau de La ville de Guelma la zone d'étude se situe dans de la willaya de Guelma, elle occupe la partie nord de la commune de Guelma connu par Makam El Chahid.



Figure : carte géographique de Guelma



Figure : Carte de la commune de Guelma



Figure : Image satellite du terrain

Figure 49 : Situation du terrain par rapport à : a. la ville b. le quartier

Source : a. <http://googleearth> b. PDAU Héliopolis réadapté par l'auteur

III.1.1. Analyse géomorphologique

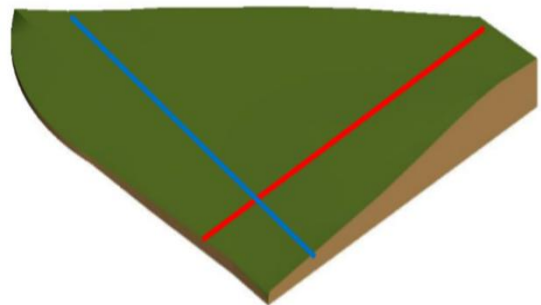
IV.3.1.1. Limites du terrain

Notre terrain est limité par :

- **Nord:** Terrain vierge
- **Sud:** gare routière
- **Est:** Cité Mekhancha
- **Ouest:** Cité militaire

IV.3.1.2. Forme et la morphologie:

- Une forme : irrégulière.
- La surface totale : $228160 m^2$.



IV.3.2. Analyse urbaine

IV.3.2.1. Accessibilité



Figure 51 : Accessibilité de terrain

Source : <http://www.google.dz/maps/place/Guelma>

IV.3.2.2. Flux :

Il existe un flux mécanique important du côté est par la route N 20, par une petite intervention urbaine on y ajoute une route secondaire de 08m de largeur depuis la cité Mkhancha ce qui donne un flux mixte toute au tour du terrain.

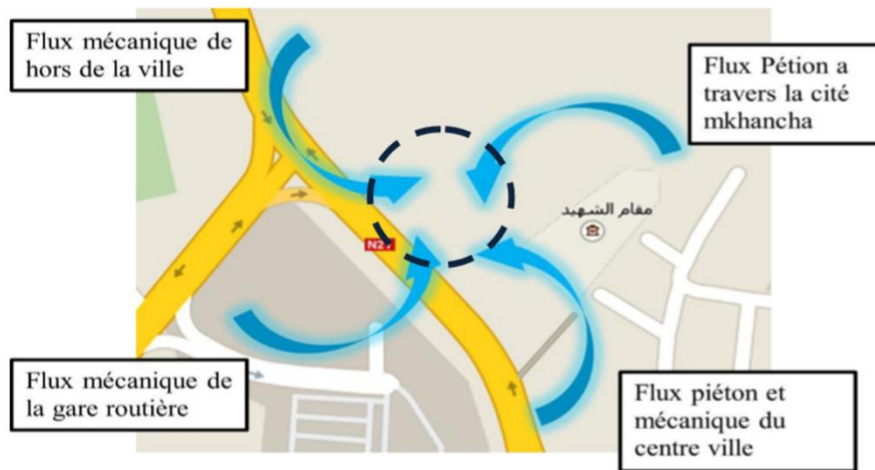


Figure 51 : Le flux par rapport au terrain

Source : <http://www.google.dz/maps/place/Guelma>

IV.3.3. Analysetopographique

La topographie du site comporte des pentes variant de 7 % et allant jusqu'à 18 % à certains endroits.

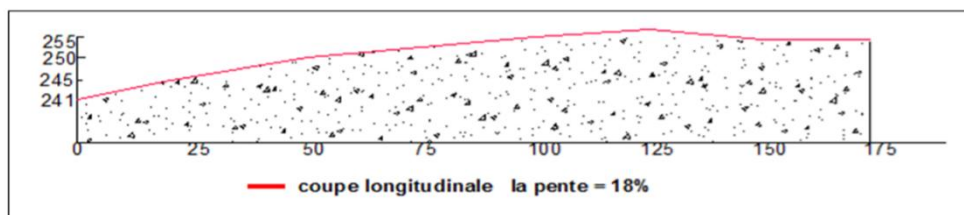


Figure 53 : Levée topographique du terrain

Source : gooeearth 2020

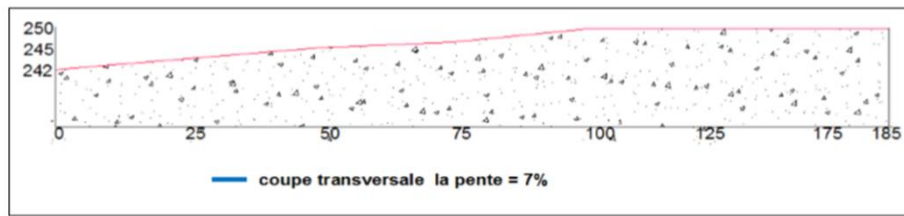


Figure 54 : Coupe transversale de terrain

IV.3.4. Synthèse

Les points forts	Les points faibles
<ul style="list-style-type: none"> • Un bon emplacement par rapport à la commune : au bord de la routenationale • Un flux mécaniqueimportant • Le terrain se trouve à l'entrée de la Wilaya et lui donne une vue panoramique sur la ville de Guelma. 	<ul style="list-style-type: none"> • La nuisance (confort acoustique) à cause du flux mécanique. • On accède au terrain par une seule voie, ce qui va nous pousser à créer une deuxième voie en adéquation avec la pente. • La présence d'un réseau de haute tension électrique à proximité du terrain

Ce que le projet va apporter à Guelma :

- La réalisation d'un équipement dans **la vitre de la ville** , qui sera vivant, et dynamique
- Donner de **l'attractivité régionale** et **nationale** à la wilaya de Guelma
- Un palais des congrès englobera les besoins et les échanges humains non seulement au niveau de la ville de Guelma mais aussi de toute la région sur les déférents plans de la vie.
- Donner une image moderne à la ville de Guelma.

Synthèse :

- Le terrain choisi se trouve juste à l'entrée de la ville de Guelma ce qui va rendre l'accès automobile plus facile et fluide.
- La possibilité de raccorder le terrain avec la voie ferrée qui existe déjà au nord
- Absence de masques proches qui peuvent entraver l'ensoleillement, tout en prenant en considération les masques lointains (reliefs)
- Le site se trouve à proximité d'un réseau électrique de moyenne tension, et cela peut représenter une contrainte à l'égard de l'exécution du projet, mais c'est aux autorités de prendre ça en considération.

IV.3.5. Analyse climatique et bioclimatique

IV.3.5.1. Analyse bioclimatique

Climat de Guelma

Le climat de Guelma est un climat SUB-HUMIDE se caractérise par des hivers plus froids et plus longs et des étés chauds et moins humides.

L'interprétation des données météorologiques de Guelma sur une période de dix ans, et l'établissement de son diagramme solaire s'avère utiles pour mieux caractériser son climat.

A rappeler que pour définir les climats on devra s'appuyer constamment sur les données

Moyennes et extrêmes.⁶⁴

IV.3.5.2. Données climatiques

- Latitude : 36° 28' N ;
- Longitude : 7 ° 25' E;
- Altitude : 500m.

k. Température

Mois	jan	fév.	mar.	avril	mai	juin	juillet	août	sep	oct.	nov.	déc.
T max C°	15,9	16,8	19,7	21,8	27,1	32,7	35,8	36,3	31	27,3	20,3	16,8
T min C°	5,1	4,6	6,2	7,8	12	16,3	18,4	20	17,3	13,8	9,3	6,5
Tmoye C°	10	10,3	12,5	14,7	19,2	24,3	27	27,7	23,5	19,8	14,3	11,2

Tableau 6 : Données de la température mensuelle

(Source : Météo, 2008)

⁶⁴ESTIENNE. Pierre et GODARD. Alain, *Climatologie*, Paris: Edition Armand Colin, 1970, p11

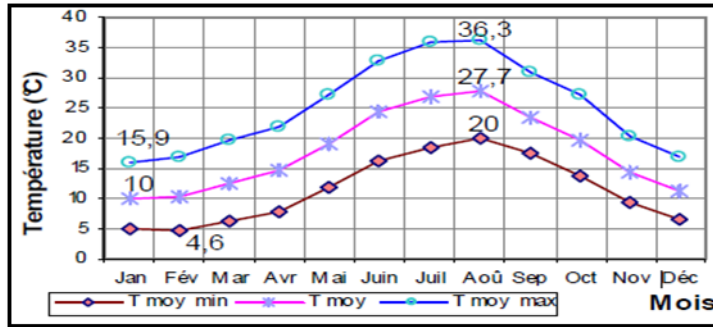


Figure 55 : variation de la température mensuelle

Source : auteur

T moy max = 36,3 °C en Août

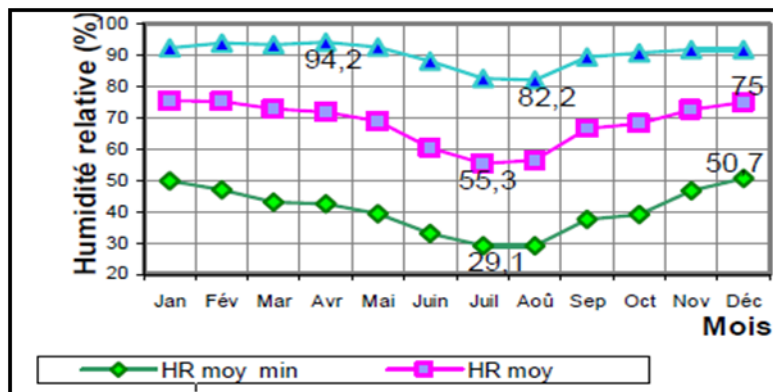
T moy min = 4,6 °C en Février

l. Humidité

Mois	jan	fév.	mar.	avril	mai	juin	juillet	aout	sep	oct.	nov.	déc.
H max (%)	92,3	93,9	93,5	94,2	92,7	88,3	82,7	82,2	89,6	90,8	90,8	91,8
H min (%)	49,9	46,9	43,2	42,5	39,3	33	29,1	29,3	37,6	39,2	46,8	50,7
Hmoye (%)	75,7	75,4	73	71,9	69	60,5	55,3	56,4	66,7	68,3	72,8	75

Tableau 7 : Données d'humidité mensuelle

(Source : Météo, 2008)



Source : auteur

HR moy max = 94,2 % en Avril

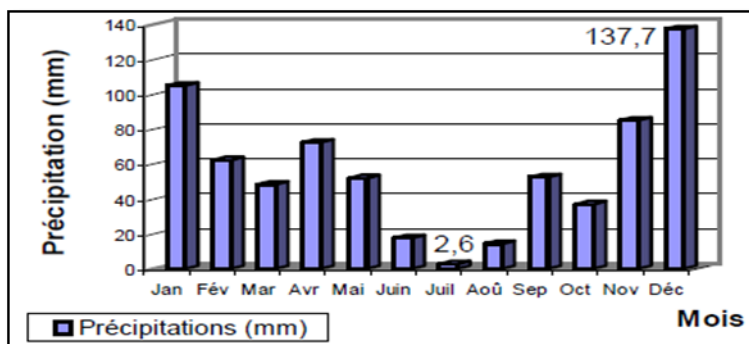
HR moy min = 29,1 % en juillet

m. Précipitation

Mois	jan	fév.	mar.	avril	mai	juin	juillet	aout	sep	oct.	nov.	déc.
Préc max (mm)	105,3	62,3	48,5	72,5	52	17,8	2,6	14,6	52,7	37,1	85,3	137,7

Tableau 8 : Données de précipitation mensuelle

Source : auteur



(Source : Météo, 2008)

Figure 57 : Variation de la précipitation mensuelle

Source : auteur

Précip max=137,7mm en décembre

Précip min=2,6mm en juillet

n. Vitesse des vents

Mois	jan	fév.	mar.	avril	mai	juin	juillet	août	sep	oct.	nov.	déc.
V. vent (m/s)	1.8	1.8	1.6	2	1.8	1.8	1.9	2	1.8	1.6	1.5	1.92

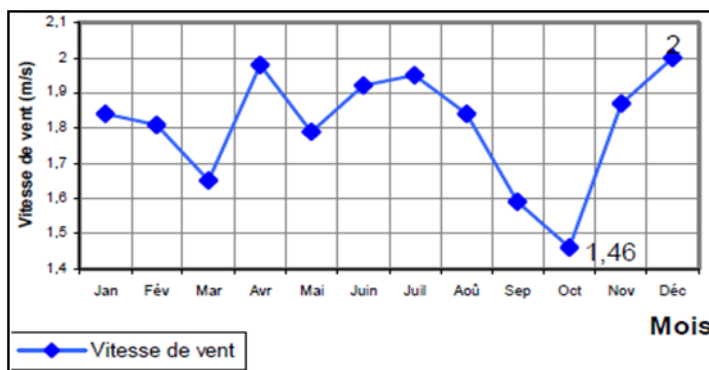


Figure 58 : variation de vitesse des vents mensuelle

(Source : auteur)

V moy max = 2 m/s en décembre

V moy min = 1.46 m/s

o. Insolation

Mois	jan	fév.	mar.	avril	mai	Juin	juillet	août	sep	oct.	nov.	déc.
Insolation(H)	160.9	182.7	225.1	241.4	264.4	307.4	353	310.2	243.8	223	161.5	246.1

(Source : Météo, 2008)

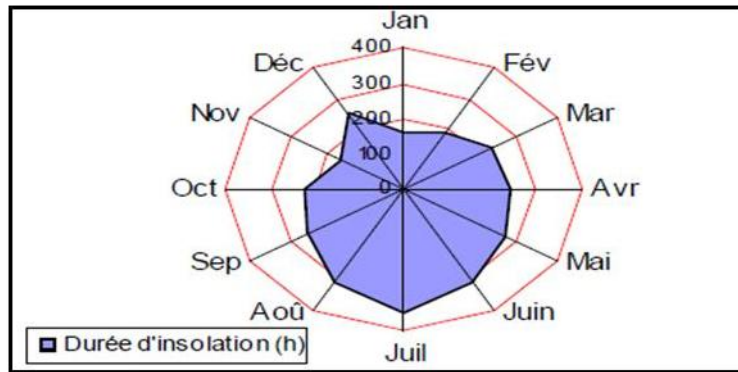


Figure 59 : Variation de durée d'insolation mensuelle

(Source : auteur)

Insola max : 353 h en juillet

Insola min : 160,9 h en janvier

Conclusion et recommandations :

D'après l'analyse climatique et bioclimatique on a tiré les recommandations suivantes :

- Effet de masse thermique avec ventilation nocturne et un contrôle solaire à partir du mois de juin
- Une ventilation naturelle pour la saison d'été
- Le chauffage passif pour les mois assez froids comme octobre, mars ; et le chauffage d'appoint pour les mois les plus froids tel que janvier.
- Le terrain est bien exposé au soleil vu leur environnement immédiat.
- Le terrain est totalement exposé aux différents vents illustrés dans la photo vue de leur environnement immédiat.

IV.4. Analyse des exemples : **01-Palais des congrès de Montréal :**

Le palais des congrès de Québec est un lieu de rencontre de calibre international reconnu pour le confort et la qualité de ses installations.

Le centre de congrès de Québec a été proclamé « meilleur centre des congrès au monde en 2006 ». Il s'agit d'un établissement

ultramoderne offrant une gamme de services et de qualités et répondant aux exigences technologiques les plus élevées.



Conçu en 1999 par un groupe d'architectes canadiens.

-Situation :

Le palais des congrès de Québec occupe le premier rang au Canada, il est situé à l'est de Montréal, au cœur de la ville de Québec, quinze minutes du port et quelque pas de la gare ferroviaire de la ville de Québec.

Accessibilité :

-Le palais occupe tout le quadrilatère compris entre l'avenue Viger au nord, la rue Saint-Antoine au Sud, la rue Saint-Urbain à l'Est et la place Jean-Paul- Riopelle à l'Ouest



Photo satellite montrant les accès au palais des congrès

-Volume et volumétrie :

C'est une forme compacte régulière simple quadrilatérale géométriquement rectangulaire.

RDC + 6 grande masse prolongée tout au long de la parcelle urbaine

- façades :

Le palais créé un ensemble architectural cohérent où la pérennité de la pierre est associée à la couleur et à la luminosité du verre - Façade en verre du sol au plafond marquée par des panneaux colorés et leurs jeux de lumière elle inspire l'accueil la transparence la modernité et la durabilité



Figure 62 : volumétrie extérieure Figure 63 : les façades

-La structure :

- Système de mur rideau
- Structure métallique
- Dalles en béton armé



-le symbolisme distinctif à la jonction des halls « le jardin naturel léger » avec les cinquante deux arbres de béton rose créent un attrait visuel coloré original

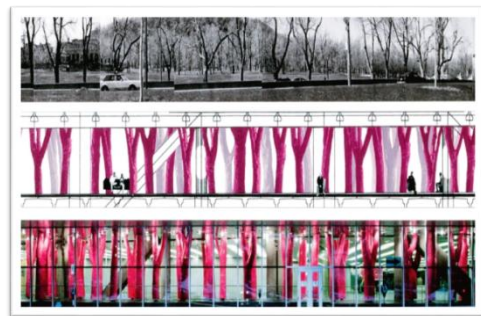


Figure 64 : les éléments de la structure du hall

-Analyse des plans :

-étude des fonctions :

Les fonctions mères sont : Accueil/ Exposition/ Gestion et encadrement/ Congrès/ Loisirs

-Niveau 1 :

Le niveau galerie comprend tous les services d'accueil (kiosque



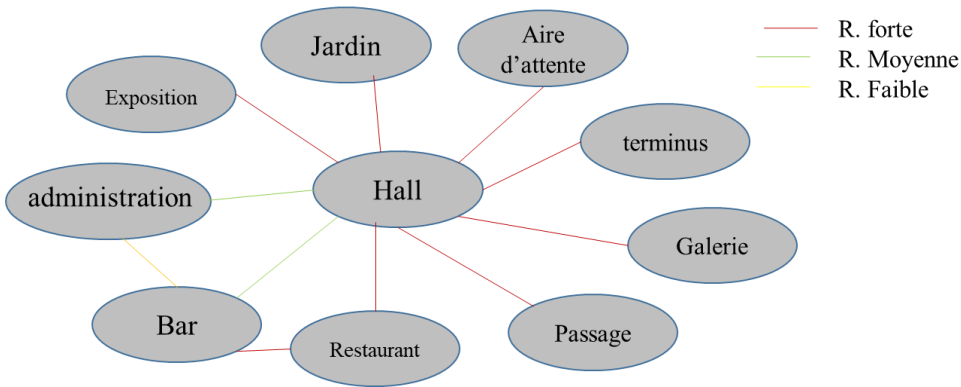
d'information ,vestiaires,

inscription) ainsi qu'un accès direct au réseau du métro de Montréal

est aussi relié au réseau piétonnier souterrain de la ville

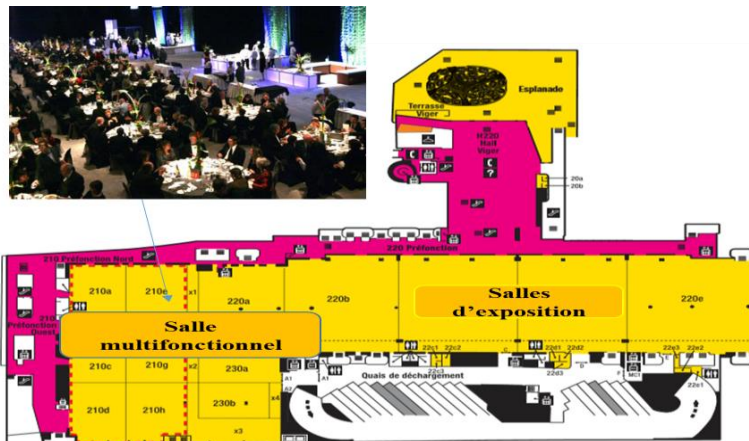
-Cet étage est d'une superficie de 4157m2.

-Organigramme Fonctionnel :



Le RDC est organisé de façon que toutes les entrées du palais soient reliées par des halls et des passages de circulation transversalement et longitudinalement, et toutes les galeries commerciales du palais sont organisées d'une façon périphérique aux espaces publics existants.

-Niveau 2 :

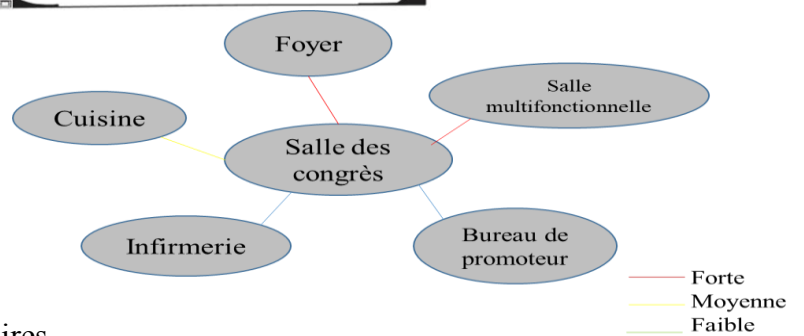


-Organigramme fonctionnel :

-Le niveau exposition a une superficie de 18580m2 il peut accueillir jusqu'à 1000 stands.

-Il existe aussi d'autres espaces supplémentaires

qui complètent la fonction d'exposition (des bureaux, des foyers



et des salles des réunion).

-Niveau 3 et 4 :

Ce niveau comprend des bureaux ,des salles de conférence

et des salons privés équipés d'une

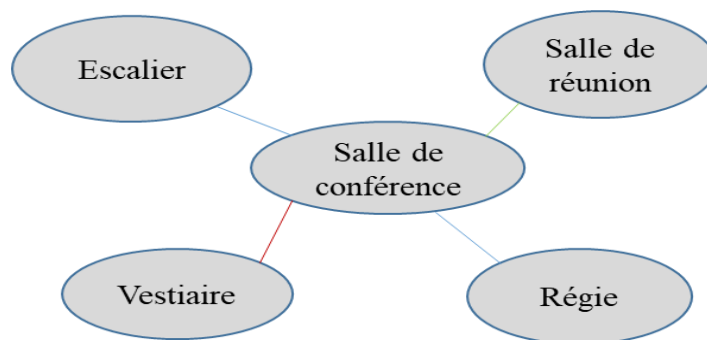
cuisinette et on trouve aussi que

des salles de réunion

et desvestiaires .



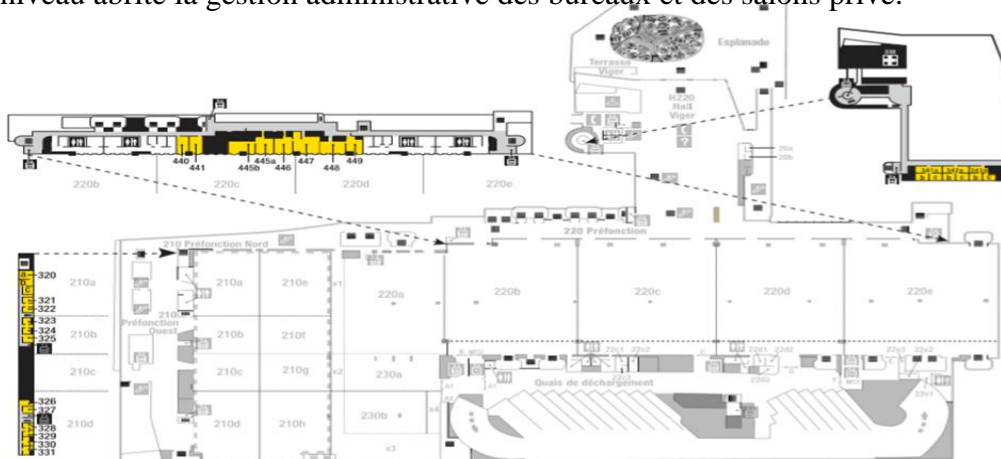
-Organigramme fonctionnel :



- R. forte
- R. Moyenne
- R. Faible

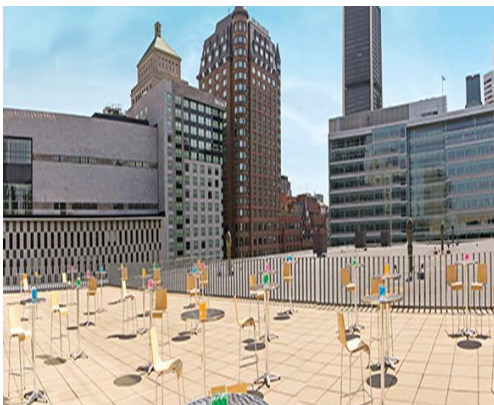
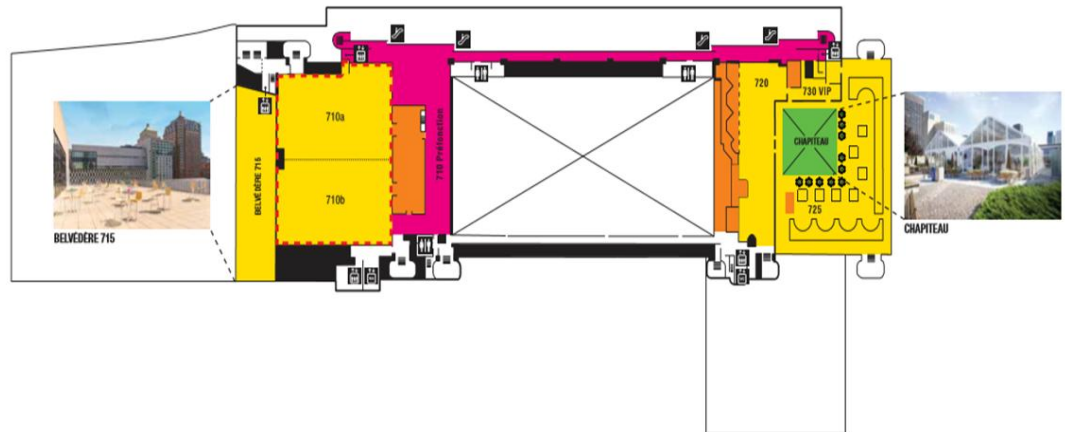
-Niveau 5 :

-Ce niveau abrite la gestion administrative des bureaux et des salons privé.



-Niveau 6 :

C'est le niveau de la salle panoramique, elle peut accueillir jusqu'à 1900 personnes



-Synthèse :

- D'après l'analyse de cet exemple, on constate qu'il ne répond pas, d'une grande partie, aux critères de l'architecture écologique mais le projet va en adéquation avec certaines cibles de HQE²R: Matériaux, Mise en valeur du patrimoine architectural, Liaison avec la ville...

2. Le Centre Internationale des Conférences à Alger



Figure 68: Le Centre Internationale des Conférences à Alger
Source : pinterest.com

Le Centre International des Conférence (CIC) a été édifié en réponse à un besoin de doter l'Algérie d'un centre de conférence de norme internationale à même d'accueillir des manifestations du haut niveau, il fait désormais partie des nouveau symbole architecturaux associé à l'Algérie à travers le monde

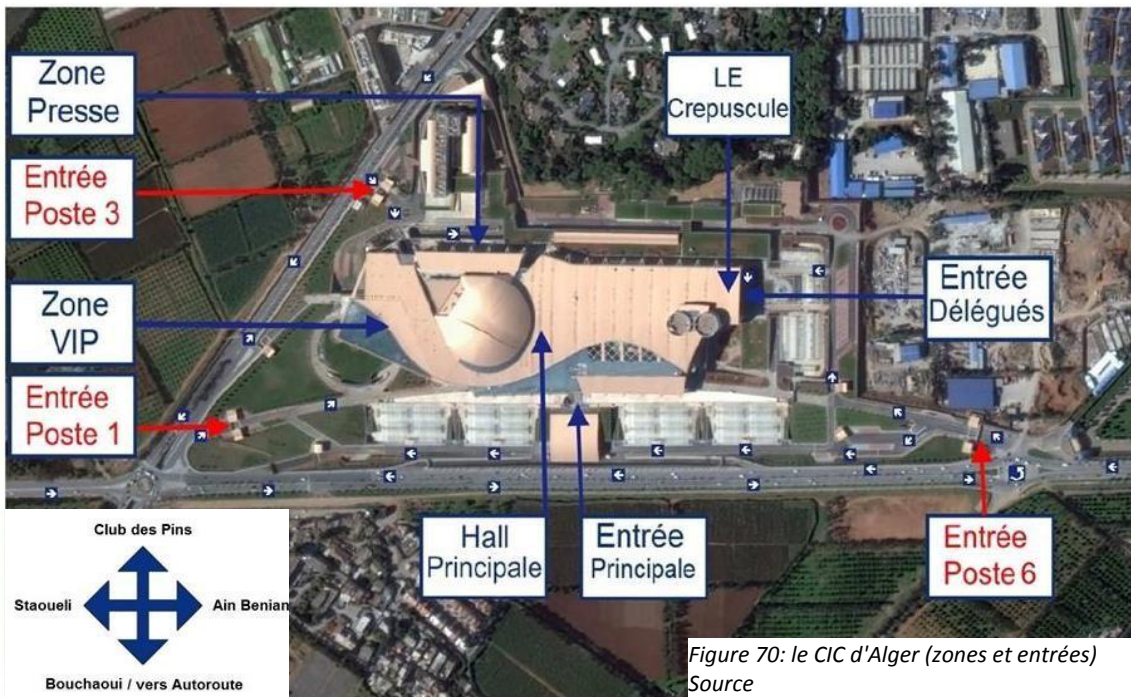
2.1. Localisation du projet



Figure 69 localisation du Centre Internationale des Conférence -Alger-
source : <https://www.forcesdz.com/viewtopic.php?t=1791>

Ce joyau, situé à Club des pins, dans la banlieue ouest d'Alger, est implanté sur une assiette de 27 hectares, dont une superficie construite de 207.500 m² répartie en un bloc principal, un bloc de services et un bloc technique.

2.2. Description du projet



L'accessibilité se fait par 03 entrées principaux (représentés sur carte). Le projet offre 2100 places de parkings dont 1450 places en parking sous terrain équipé de système automatique de gestion.

Lové dans une crène de verdure, l'ouvrage déroule ses formes douces et élancés sous une toiture ondulante entan cuivré en références des rivages de méditerrané et celle du Sahara.

Mariant élégance, fantaisie et sobriété, l'architecture musulman-moderne est aux lignes épurées du CIC mise sur la lumière et la transparence. Le recours à la pierre, au bois et au verre posés dans leur état naturel pour l'habillage des façades compose un ensemble en harmonie parfaite avec le paysage.



Le CIC développe une superficie construite de 207.500m² répartie en :

- Un bloc principal
- Un bloc de service
- Un bloc technique

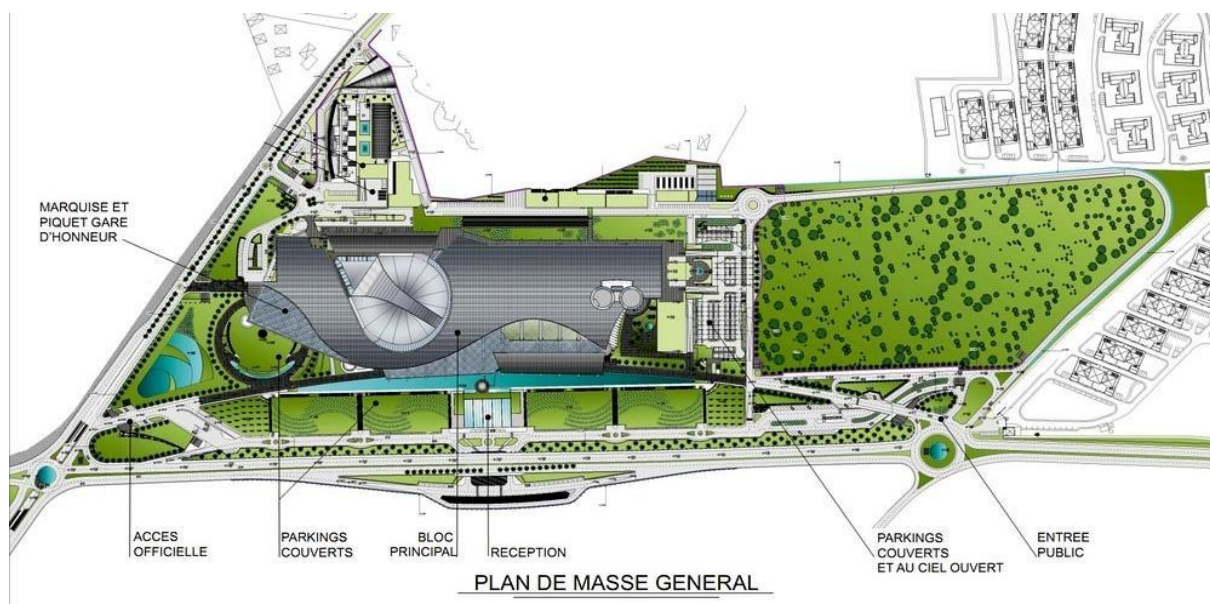


Figure 73: plan de masse générale du CIC d'Alger Source : <https://www.forcesdz.com/>

Nous y accédons par l'accès officiel où un écran géant de 28m de long et de 6m de hauteur permet la transmission des évènements.

2.3. Etude des différentes composantes et espaces intérieurs

.Le niveau-01

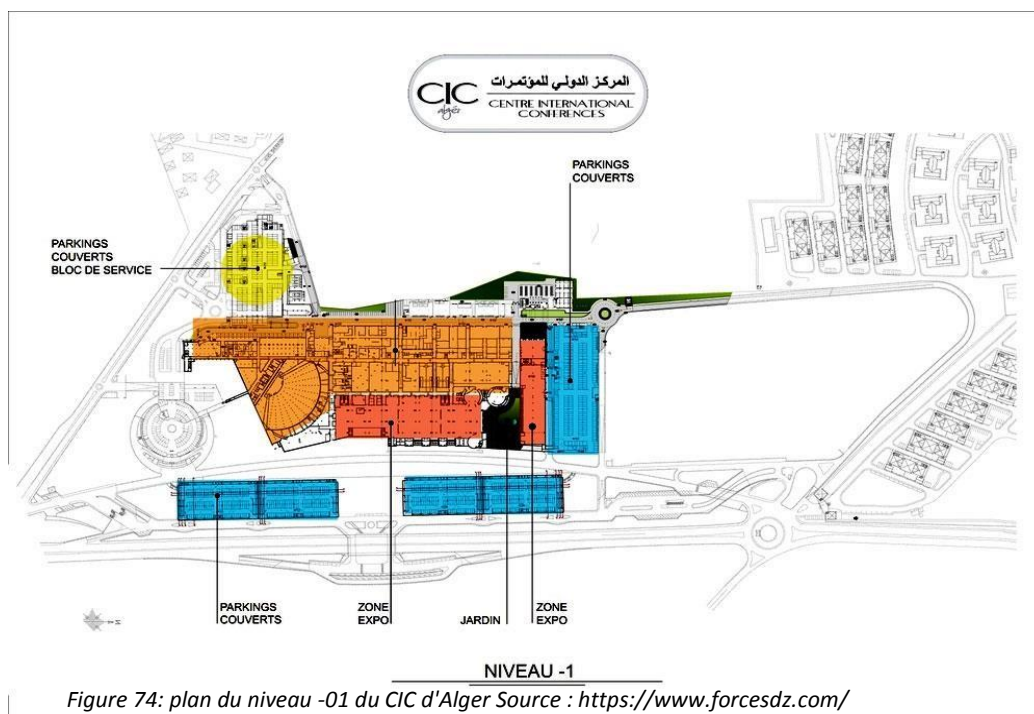


Figure 74: plan du niveau -01 du CIC d'Alger Source : <https://www.forcesdz.com/>

Ce niveau comporte des parkings couverts, un parking réservé bloc de service, un jardin et 02 halls de 12400m² d'exposition aux accès autonome offrant une grande flexibilité d'utilisation

Le Rez DeChaussée :

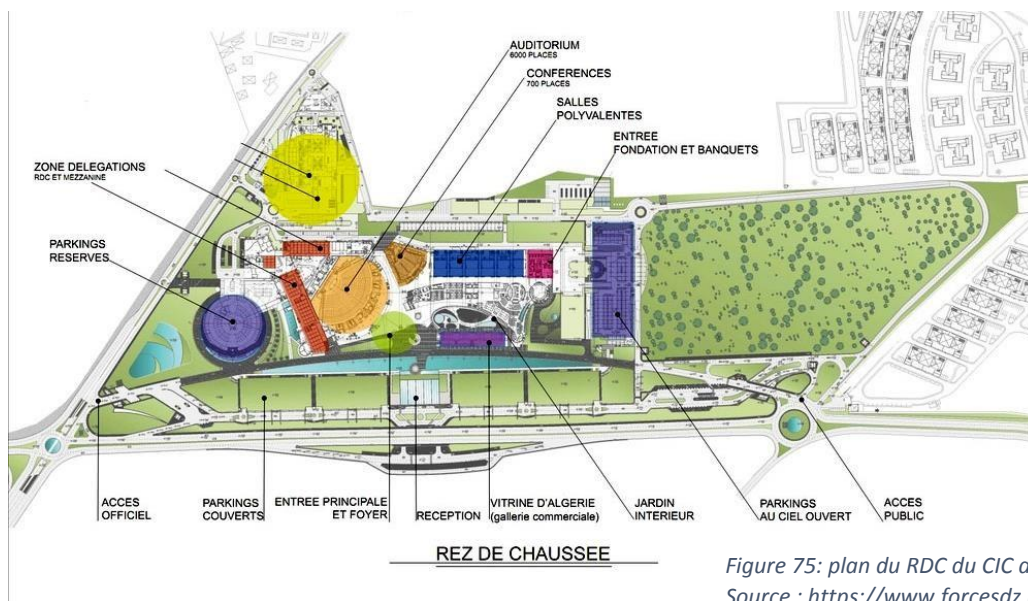


Figure 75: plan du RDC du CIC d'Alger
Source : <https://www.forcesdz.com/>

Des escalators conduisent des parkings à l'entrée du hall d'accueil, cœur névralgique du complexe, volontairement surdimensionné, autour du quel s'articule les différentes activités.

Le projet se déploie sur 03 niveau qui joue de leurs hauteurs pour dynamiser l'organisation spatiale autour de cet espace centrale



Figure 76: vue du hall principale du CIC d'Alger
Source : capturé lors d'un reportage sur la chaine algérienne CANALALGERIE

La route bordée de palmiers conduit à une esplanade couverte de marquise monumentale dont le parvis est destiné à l'accueil protocolaire des délégations

Alliant tradition et modernité, les arcades épurés cour le long de la façade pour s'ouvrir sur le hall officiel avec des proportions) la mesure du projet.



Figure 77: vue sur la marquise du CIC d'Alger
Source : <https://www.forcesdz.com/>

L'accès à l'ail présidentielle se fait par une enfilade de salon aux différentes fonctions.

La salle sommet chef d'état a été conçue pour recevoir des réunions internationales au plus haut niveau. Pour les travaux réalisés aux marges de ces rencontres des salles



Figure 78: vue de la salle sommet chef d'état du CIC d'Alger

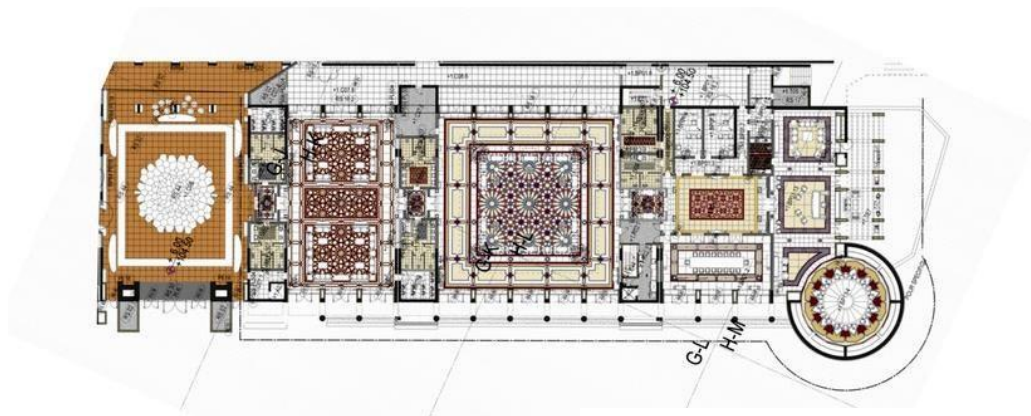
de réunion de différentes capacités sont disponibles. En plus, Une salle à manger pour 230 places couverte et réservée à la zone chef d'état.

Au même niveau des Suits de luxe sont disponible pour leur accueil.



ESPACE DELEGATIONS

Figure 79: plan d'espace de délégations du CIC d'Alger Source : <https://www.forcesdz.com/>



L'auditorium 6000places

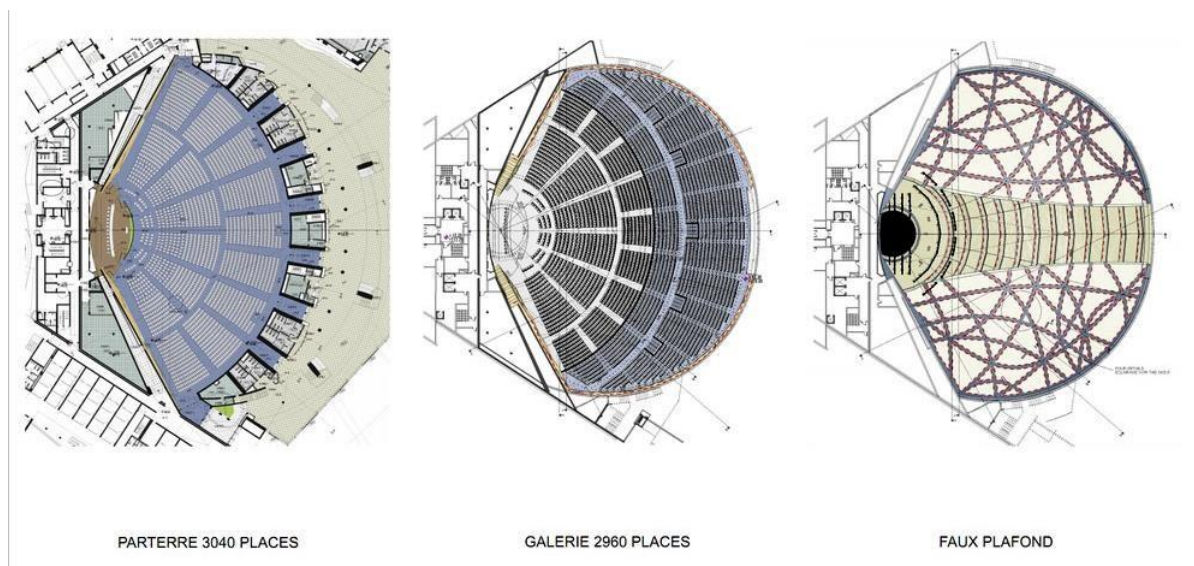


Figure 81: plan de l'auditorium du CIC d'Alger
Source : <https://www.forcesdz.com/>

Icosiom, l'auditorium, la plus grande salle de l'Afrique, est édifié sur 2 niveau et a une capacité de 6000 places.

La salle est équipé d'éclairage scénique (des festons de Led colorent le plafond de couleur différentes)

Un écran central de 18m de long et de 10m de hauteur donne vue a une scène modulable depuis de 200m²



Figure 82: vue de l'auditorium 6000 places du CIC d'Alger

Source : <https://www.forcesdz.com/>

Pour un confort maximal, des grilles d'aération ont été installés sous les 6000 sièges, l'air est réparti uniformément entre les fauteuils à partir de groupe d'aération installé sous la salle

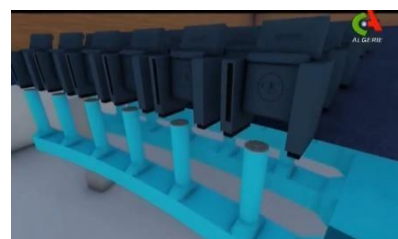


Figure 83: le système d'aération de l'auditorium 6000 du CIC d'Alger
Source : capturé lors d'un reportage sur la chaîne algérienne CANALALGERIE

L'auditorium est coiffé d'une coupole qui culmine à 25m de hauteur, réalisée en structure métallique tridimensionnelle de très grande portée (avec la plus longue poutre sans appuis intermédiaire d'une longueur de 106m)

20.0 tne d'acier ont été nécessaires pour les 110.000m² de la toiture

.La salle de conférence polyvalente Djamila :

La salle de conférence polyvalente Djamila décline une décoration en beige en harmonie avec les murs parcourus d'arabesque lumineuse, avec une capacité de 705 places en configuration "salle pour rassemblés".



Les sièges sont dotés de tous les équipements pour la traduction et le vote électronique

Elle se transforme grâce aux gradins mobiles en salle de conférence de 270 places ou en salle de banquets de 450 places



Figure 85: configurations possibles de la salle de conférence 700 du CIC d'Alger (Djamila) 450 places 270 places

Figure 85: configurations possibles de la salle de conférence 700 du CIC d'Alger
Source : capturé lors d'un reportage sur la chaîne algérienne CANAL ALGERIE

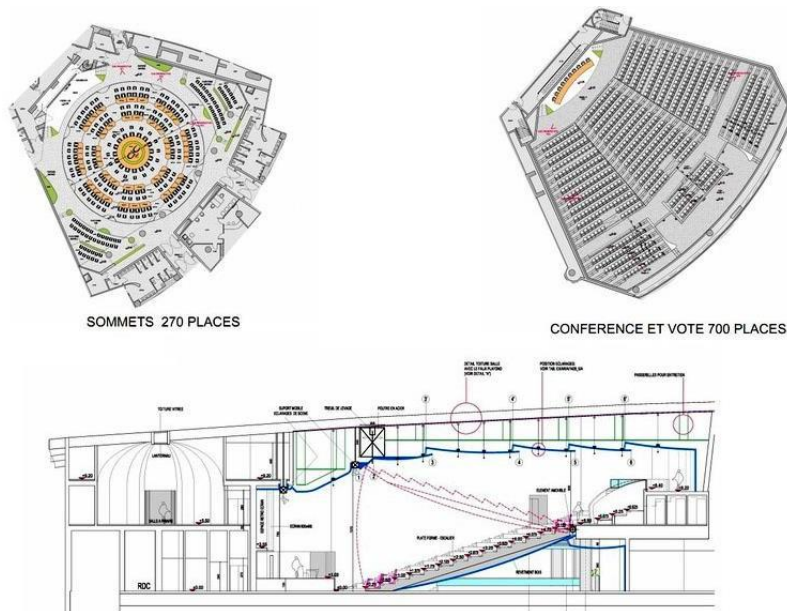


Figure 86: plan et coupe sur la salle de conférence polyvalente Djamila du CIC d'Alger
Source : <https://www.forcesdz.com/>

Au même étage 6 salles de commissions sont équipées de parois phonique mobile permettant de séparer chaque espace en 02 parties de 272 à 300 places

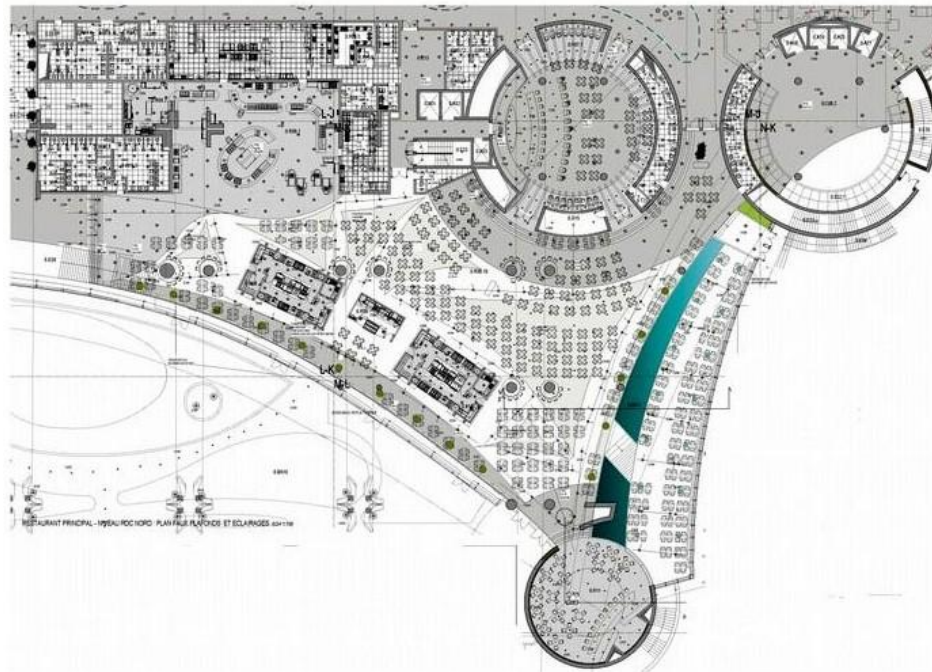
En plus des salles de réunions, 61 bureaux sont mis à la disposition de la délégation.

L'ensemble des salles de conférences et de réunions sont desservis par 54 cabinets de traduction simultanée en 32 langues

. Restaurants :

Au 1^{er} étage de la zone centrale, la salle de banquet Sahara peut accueillir jusqu'à 2500 convives, dans un décor de temps chaud, au plafond scintille les entrelacs délicats de lampes nichés dans les caissons d'un blanc émasculé. Sur tout le pourtour 24 miroirs se transforment en écrans au besoin des événements.

La salle est modulable aux moyens des cloisons amovibles et encastrables richement décorés en 03 espaces distincts de différentes dimensions pour devenir les salles : Timimoun, Biskraet Djanet



RESTAURANT PRINCIPAL

Figure 87: plan du restaurant principale du CIC d'Alger
Source : <https://www.forcesdz.com/>

En plus de la salle de banquets, les restaurants et cafétéria installés à travers tout le complexe propose leurs spécialités comme capacité de 3813 repas.



Figure 88: vue du restaurant principale du CIC d'Alger
Source : capturé lors d'un reportage sur la chaîne algérienne CANAL ALGERIE

. Autres espaces :

Des espaces sont dédiés à la presse avec une salle de conférence de 110 places. Pour leur confort, les journalistes disposent de 02 salons au RDC et au 1^{er} étage avec accès internet restaurant et cafétéria.



Figure 89: vue de l'espace de presse du CIC d'Alger Source : capturé lors d'un reportage sur la chaîne algérienne CANAL ALGERIE

Le CIC est équipé de 03 studios de TV et 04 studio de radio qui permettent la couverture et la transmission directe des activités à partir de l'ensemble de site

450 écrans sont installés sur tout le site, diffusent les différents programmes

Le centre propose au public une bibliothèque des salles de multimédia et de recherche et des salles de lecture

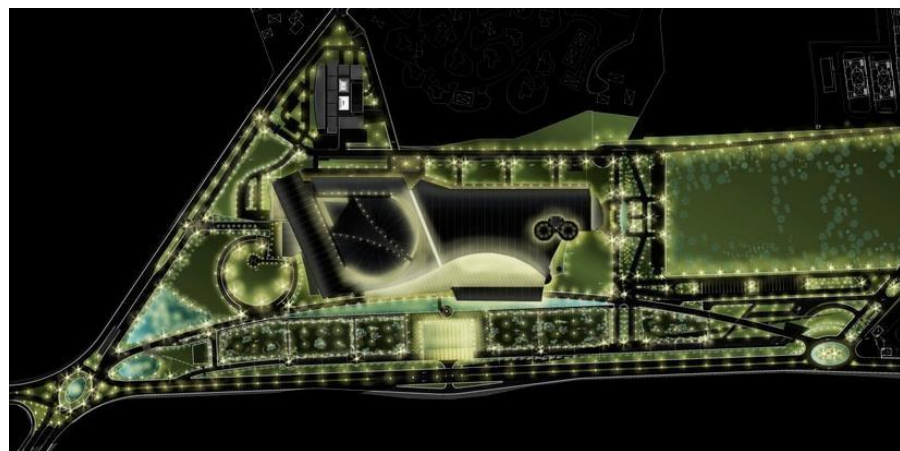
Le CIC est doté aussi d'une clinique, équipé d'une radiologie, de bloc opératoire et de salle de réveil.

Pour les moments de recueillement le complexe dispose d'une salle de prière avec son espace d'ablution.

Le projet a intégré dans sa conception d'autre bloc comme écurie pour les chevaux et une unité de pompier

Les issues sont dotés de différents systèmes de sécurité : scanner pour véhicule, scanner pour marchandise et moyens pour détections électroniques

Toutes les zones du site sont couvertes de 700 caméras de surveillance reliées à un poste de commandement.



VUE DE NUIT Figure 90; vue de nuit du CIC d'Alger Source : <https://www.forcesdz.com/>

Conclusion

Le palais de congrès est un complexe qui va recevoir un flux très important et donc il nécessite des espaces dégagés. Ce lieu est un coin de rencontre et d'échange qui nécessite par conséquent une conception adéquate en fournissant tous les espaces nécessaires pour recueillir toutes ces activités, et un bon agencement entre espace et autre pour assurer une bonne fonctionnalité.

Après avoir fait l'analyse de ces différents exemples on est sortie avec des recommandations en ce qui concerne la conception et l'organisation de l'espace et c'est ce qui va contribuer à la détermination d'un programme approprié et à une conception adéquate.

03- Objectif de la programmation :

Le programme est un moment fort du projet. C'est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecture va pouvoir exister. C'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire »⁹⁸

La programmation architecturale est une démarche prévisionnelle, elle permet d'avoir une vision globale de l'opération envisagée et de maîtriser le processus de rationalisation de celle-ci par rapport à la commande. Elle part de l'idée initiale, fondatrice du futur projet, jusqu'à la mise en service des locaux.

Le programme est la dimension arithmétique de quantification pour constituer un véritable cadre objectif pour la conception architecturale en définissant les rôles et les buts de l'équipement ; en hiérarchisant et regroupant les activités.

Évaluer les performances fonctionnelles, environnementales, techniques, que doit atteindre le bâtiment, les conditions opérationnelles (délais, coûts, procédures, ...) et d'exploitation qui doivent précéder à sa réalisation et à sa vie future.

04- Tableau récapitulatif et programme retenu :

Espace	Exemple 01 (P.G de Montréal)	Exemple 02 (CIC Alger)	Surface selon Neufert
Auditorium (Salle de conférence)	2 salles de conférences de 750 m2 et 1100 m2	3 Auditoriums de 6300 m2 / 500 m2 et 330 m2	0,9m ² par personne 20% espace scénique
Espace d'exposition	1 salle de 2600 m2	2 espaces d'expositions de 6300 m2 et 2450 m2	1,2 m2 par personne
Salle de banquet	Restaurant 1050 m2	Une salle de 3300 m2 comptant 2268 places	0,9m ² par personne 40% cuisine + sanitaires
Salle de presse	-	Une salle de 190 m2 pour 42 personnes	30 m2 – 50 m2
Salle de réunion	Une salle de 1400 m2	Une salle de 1850 m2	0,8m ² par personne
Grand hall d'accueil	1500 m2	1300 m2	À partir de 50m2
Classes	5 classes de 35 m2	-	50 m2 pour 40 élèves
Espace	Exemple 01	Exemple 02	Surface selon

	de 240 m2		
Terrasse / Esplanade	Une terrasse de 450 m2	2 esplanades de 370 m2 et 250 m2	80 m2
Administration	200 m2	280 m2 comptant un secrétariat (bureaux open space) et un bureau de directeur	20 m2 par bureau
Cafeteria	455 m2	325 m2 avec un espace de détente	45 m2
Parking	400 places pour véhicules	Accueille 2100 véhicules dont 1450 en souterrain	2,3 m de largeur 5 m de longueur
Sanitaire	-	-	15 m2 – 25 m2

**PROGRAMME POUR UN PETIT PALAIS DES CONGRES (A
ECHELLE REGIONAL) :**

1- Hall d'accueil : 480 m²

- Réception.....40 m²
- Sécurité et télésurveillance40 m²
- Bureau d'information35 m²

2- Accueil officiel 200-240 m²

- Salon VIP149 m²
- Bureau de protocole et de sécurité.....35 m²
- Sanitaire Hommes.....35 m²
- Sanitaire Femmes.....35 m²
- Foyer.....58 m²

3- Administration 240 m²

- Hall d'accueil.....27 m²
- Bureau de directeur.....55 m²
- Salle d'attente.....35 m²
- Salle des réunions.....40 m²
- Secrétariat.....35 m²
- 03 bureaux30 m²

4- Auditorium (800 personnes)

- Hall d'entrée.....55 m²
- La salle.....900m²
- Scène.....60 m²
- arrière scène.....70m²
- Projection.....110 m²
- 02 Cabinets de contrôle (son et lumière).....55 m²
- 04 cabinets de traduction simultanée.....40 m²
- 04 loges individuelles.....35 m²
- Loge collectif.....60 m²
- Salon VIP.....150 m²
- Dépôt matériels.....60 m²
- Salle de presse.....90 m²
- Sanitaire Hommes.....35 m²
- Sanitaire Femmes.....35 m²

5- 02 salles de conférencesde 180 m²

6- 04 salles de réunions de

7- Espaces d'exposition

8- Services (300 m²)

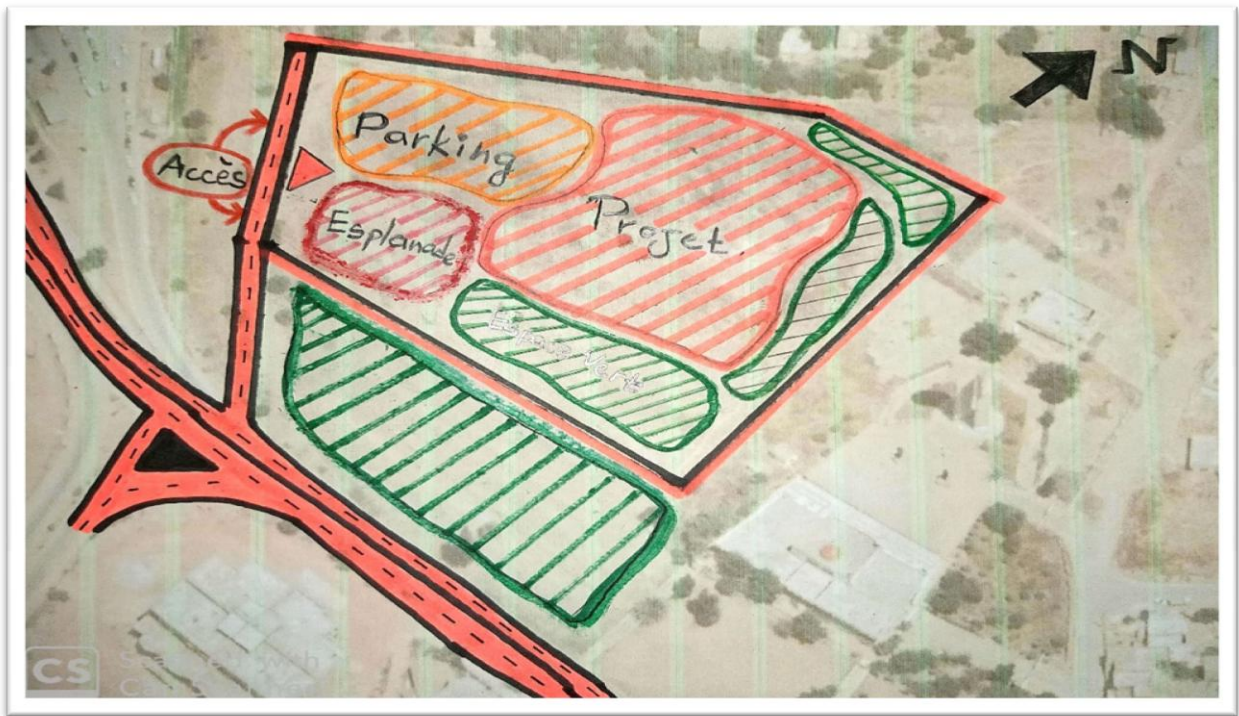
- Agence de voyage.....55 m²
- Agence bancaire.....60 m²
- Agence d'assurance.....55 m²

- Infirmierie.....	55 m ²
9- Cafeteria.....	240 m ²
10-Salle de banquet.....	380 m ²
11-logistiques et maintenance.....	80 m ²
12-les parkings et les espaces verts	

05- Recommandation :

- Le terrain choisi se trouve juste à l'entrée de la ville de Guelma ce qui va rendre l'accès automobile plus facile et fluide.
- Mettre en évidence l'orientation de la construction pour optimiser les apports solaires hivernaux.
- La possibilité de raccorder le terrain avec la voie ferrée qui s'existe déjà au nord
- Absence de masques proches qui peuvent entraver l'ensoleillement, tout en prenant en considération les masques lointains (reliefs)
- Les surfaces vitrées seront bien dimensionnées au sud, pleinement dégagées en hiver, protégées l'été pour éviter les surchauffes.
- La spécificité du site doit être exploitées, la pente sera mise à profit pour assurer la meilleure exposition des volumes de la conception au soleil, mais aussi pour faire entrer une partie du bâtiment au nord et tirer profit ainsi que l'inertie thermique du sol.
- Le site se trouve à proximité d'un réseau électrique de moyenne tension, et cela peut représenter une contrainte à l'égard de l'exécution du projet, mais c'est à l'autorité de prendre ça en considération.

Schéma de principes :



La réflexion que j'ai eu en traçant ce schéma de principe est de mettre le projet au milieu des lignes de forces, l'entourer des espaces vert pour mettre en évidence l'aspect durable et écologique et proposer une esplanade pour bénéficier de la vue qu'offre le site sur la ville de Guelma.

Conclusion générale :

Le premier constat est que l'accélération du changement climatique est brutale, profonde, définitive. L'effet de serre inaugure une période nouvelle sur toute la surface de la terre et pour tous les peuples, l'Algérie pays appartenant au bassin méditerranéen, considéré comme vulnérable ne sera pas à l'abri. L'immobilisme est interdit, les effets de cette menace sont prévisibles, calculés, dévastateurs, ces changements climatiques se déroulent sous nos yeux : des perturbations considérables, des catastrophes multipliées, dont les images devraient affoler les plus incrédules, mais une chose est certaine, la machine climatique a une inertie très forte. Nos sociétés ont atteint une étape particulière dans la maturité de leur organisation, nous sommes dans des temps très modernes. Cette modernité, cet accaparement du progrès, cette obsession quantitative de besoins non refrénés, voilà qu'il va falloir en briser l'agencement. Cette nécessité est là, tout à fait nouvelle dans son affirmation internationale officielle, d'une double solidarité : solidarité entre tous les peuples de la planète et solidarité entre les générations. Chaque acteur de chaque secteur de la vie économique se trouve donc confronté à la responsabilité qui lui incombe dans la gestion globale des ressources et de l'environnement

Il faut cependant, savoir que le bâtiment et son usage peuvent présenter de nombreux inconvénients, particulièrement pour l'environnement. Le secteur du bâtiment (constitué par le résidentiel et le tertiaire) est l'un des principaux consommateurs d'énergie, et l'un des principaux émetteur des gaz à effet de serre (GES) au monde. A cet égard, il apparaît bien que le secteur du bâtiment est l'un des acteurs majeurs de l'intégration du développement durable et présente un très fort potentiel d'amélioration d'efficacité énergétique.

Enfin, il faut savoir que le bâtiment et son usage peuvent présenter un inconvénient à l'environnement. A cet égard, il apparaît bien que le secteur du bâtiment est l'un des acteurs majeurs de l'intégration du développement du développement durable, et présente un très fort potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique.